

PCT/JP 2004/008910

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

18.06.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 6 月 1 8 日
Date of Application:

REC'D 06 AUG 2004

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 1 7 3 9 4 9
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 1 7 3 9 4 9]

WIPO PCT

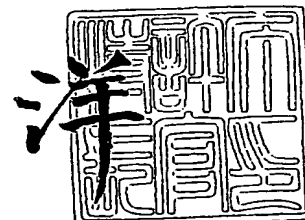
出 願 人 日 本 電 信 電 話 株 式 会 社
Applicant(s):

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 7 月 2 2 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 6 3 8 8 2

【書類名】 特許願

【整理番号】 NTTH147519

【提出日】 平成15年 6月18日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H04L 12/28

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 永田 健悟

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 熊谷 智明

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 大槻 信也

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 太田 厚

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 相河 聡

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 井上 保彦

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 齋藤 一賢

【特許出願人】

【識別番号】 000004226

【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社

【代理人】

【識別番号】 100072718

【弁理士】

【氏名又は名称】 古谷 史旺

【電話番号】 3343-2901

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013354

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9701422

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 無線パケット通信方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の無線チャネルの利用が可能でかつ無線チャネル毎に伝送速度の変更が可能な 2 つの無線局の間で無線通信を行い、複数のデータパケットを前記無線局同士の間で伝送するための無線パケット通信方法において、

送信を行う無線局が、パケットの送信に先立って予め定められた複数の無線チャネルの空き状況をそれぞれ検出し、同時に複数の無線チャネルが空いていることを検出した場合には、空いている複数の無線チャネルを同時に選択し、かつ選択された前記複数の無線チャネルの伝送速度を同一の速度に揃えて、パケット長が互いに同一もしくは同等の複数のデータパケットを選択された前記複数の無線チャネルに割り当てて同じタイミングで並列送信する

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項 2】 請求項 1 の無線パケット通信方法において、選択された全ての無線チャネルが使用している伝送速度の中で最小の伝送速度に統一するように、選択された各無線チャネルの伝送速度を変更することを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項 3】 請求項 1 の無線パケット通信方法において、検出した空き状態の無線チャネルが 1 つだけの場合には、複数の無線チャネルが空き状態になるのを待つことなく、1 つの空き無線チャネルを利用して 1 つのタイミングで 1 つのデータパケットのみを送信することを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項 4】 請求項 1 の無線パケット通信方法において、前記各無線局は、自局が何れかの無線チャネルに対してデータパケットを送信中である間は、自局からの新たなデータパケットの送信を禁止することを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項 5】 請求項 1 の無線パケット通信方法において、前記各無線局は、空き状態の無線チャネルを検出した場合であっても、予め定めた期間あるいは所定の方法でその都度決定される期間が経過するまでは、検出した空き状態の無線チャネル数が所定の条件を満たす数になるまで自局からの新たなデータパケッ

トの送信を禁止し、空き状態の無線チャネル数が前記条件を満たす状態になった後で、空いている複数の無線チャネルを同時に利用し、パケット長が互いにほぼ等しい複数のデータパケットを前記複数の無線チャネルに割り当てて同じタイミングで並列送信することを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項6】 請求項1の無線パケット通信方法において、

前記無線局が既に送信したデータパケットについて再送が必要になった場合には、再送を行う無線局が、パケットの再送に先立って予め定められた複数の無線チャネルの空き状況をそれぞれ検出し、再送対象のデータパケット数が2以上であり、しかも同時に複数の無線チャネルが空いていることを検出した場合には、空いている複数の無線チャネルを同時に選択し、かつ選択された前記複数の無線チャネルの伝送速度を同一の速度に揃えて、パケット長が互いに同一もしくは同等の複数のデータパケットを選択された前記複数の無線チャネルに割り当てて同じタイミングで並列送信する

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項7】 請求項1の無線パケット通信方法において、

前記無線局が各々の無線チャネルで空間分割多重により同時に複数のデータパケットを同一の伝送速度もしくは互いに独立した伝送速度で伝送可能な状況では、選択された全ての無線チャネルが使用している全ての伝送速度を同一の伝送速度に揃えて、パケット長が同一もしくは同等の複数のデータパケットを選択された前記複数の無線チャネルに割り当てて同じタイミングで並列送信する

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、複数の無線局間で無線媒体を介してデータパケットを伝送する場合に用いられる無線パケット通信方法に関し、特に各無線局が無線チャネル毎に使用する伝送速度を予め定められた複数の伝送速度の中から選択して通信できるような場合に適用される無線パケット通信方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

本発明と関連のある従来技術としては、非特許文献1、非特許文献2及び非特許文献3が知られている。

例えば非特許文献1に示されたような標準規格に準拠する従来の無線パケット通信システムにおいては、使用する無線チャネルを事前に1つだけ決めておき、パケットの送信に先立って当該無線チャネルの空き状況を検出し、チャネルが使用されていなかった場合にのみ1つのパケットを送信する。また、このような制御により1つの無線チャネルを複数の無線局で互いに時間をずらして共用することができる。

【0003】

このような無線パケット通信システムに用いられる従来の無線局は、図26に示すように送信バッファ、パケット送信制御部、変調器、無線送信部、無線受信部、キャリア検出部、復調器、パケット選択部、アンテナ、ヘッダ付加部及びヘッダ除去部を備えている。

送信すべき1つ又は複数のデータフレームからなる送信データフレーム系列は、図26のヘッダ付加部に入力される。実際のデータフレームとしては、例えばイーサネット（登録商標）フレームが用いられる。

【0004】

ヘッダ付加部は、入力された送信データフレーム系列中の各々のデータフレームに対して、当該データフレームの宛先となる無線パケット通信装置のID情報を含む制御情報を付加し、図26に示すようなデータパケットを生成する。このようなデータパケットで構成されるデータパケット系列が、ヘッダ付加部から出力され送信バッファに入力される。

【0005】

送信バッファは入力された1つ又は複数のデータパケットをバッファリングし、一時的に保持する。

一方、他の無線局が予め定めた1つの無線チャネル（以下、特定無線チャネル）で送信した無線信号は、自局のアンテナで受信され無線受信部に入力される。この無線受信部は、アンテナから入力された無線信号に対して、周波数変換、フ

フィルタリング、直交検波、AD（アナログーデジタル）変換等の受信処理を施す。

【0006】

なお、無線受信部は前記特定無線チャネルに対応する受信処理だけを行う。また、自局のアンテナが送信のために使用されている時を除き、他の無線パケット通信装置が送信したデータパケットの有無とは無関係に、アンテナで受信された無線信号は無線受信部に入力される。従って、無線受信部はデータパケットの有無に合わせて適切な受信処理を行うことができる。

【0007】

前記特定無線チャネルで他の無線パケット通信装置からデータパケットが送信された場合には、自局の無線受信部における受信処理の結果として、受信したデータパケットに対応する複素ベースバンド信号が受信信号として得られる。また、同時に前記特定無線チャネルにおける受信信号の受信電界強度を表すRSSI（Received Signal Strength Indicator）信号が得られる。

【0008】

なお、RSSI信号は、前記特定無線チャネルでデータパケットが送信されていたか否かとは無関係に無線受信部から出力される。従って、前記特定無線チャネルでデータパケットが送信されていない場合には、前述の複素ベースバンド信号は出力されないが、当該無線チャネルにおけるRSSI信号が無線受信部から出力される。

【0009】

無線受信部から出力される受信信号及びRSSI信号は、復調器及びキャリア検出部にそれぞれ入力される。

キャリア検出部は、入力されたRSSI信号によってそれぞれ示される受信電界強度の値と予め定めた閾値とを比較し、受信電界強度の値が閾値よりも小さい場合には前記特定無線チャネルが空きチャネルであると判定し、それ以外の場合には前記特定無線チャネルがビジーであると判定する。この判定結果がキャリア検出結果としてキャリア検出部から出力される。

【0010】

キャリア検出部から出力されるキャリア検出結果は、パケット送信制御部に入力される。

パケット送信制御部は、入力されたキャリア検出結果を参照し、前記特定無線チャネルが空き状態か否かを認識する。そして、前記特定無線チャネルが空き状態であった場合には、バッファ中の1つのデータパケットを出力することを要求する要求信号を送信バッファに与える。

【0 0 1 1】

送信バッファは、パケット送信制御部からの前記要求信号を受信すると、送信バッファが保持しているデータパケットのうち、送信バッファに入力された時刻が最も早いデータパケットを取り出してパケット送信制御部に与える。

パケット送信制御部は、送信バッファから入力されたデータパケットを変調器に対して出力する。変調器は、入力されたデータパケットに所定の変調処理を施して無線送信部に出力する。

【0 0 1 2】

無線送信部は、変調処理後のデータパケットを変調器から入力し、このデータパケットに対してDA（ディジタルーアナログ）変換，周波数変換，フィルタリング，電力増幅等の送信処理を施す。

なお、無線送信部は前述の特定無線チャネルのみに対する送信処理を行う。無線送信部で送信処理されたデータパケットは、アンテナを介して送信される。

【0 0 1 3】

一方、復調器は、無線受信部から入力された受信信号に対して復調処理を行う。この復調処理の結果として得られるデータパケットは、パケット選択部に与えられる。

パケット選択部は、復調器から入力されたデータパケットが自局に対して送信されたものか否かを識別する。すなわち、このデータパケットの先頭には図 2 6 に示すような宛先に関するID情報を含む制御情報が付加されているので、このID情報が自局と一致するか否かを調べることにより、自局宛のデータパケットとそれ以外とを区別する。

【0 0 1 4】

パケット選択部は、自局宛に送信されたデータパケットを受信した場合には当該パケットを受信データパケット系列としてヘッダ除去部に出力し、それ以外のパケットを受信した場合には当該パケットを破棄する。

ヘッダ除去部は、パケット選択部から入力された受信データパケット系列の各々のデータパケットに付加されている宛先のID情報を含む制御情報を除去して元のデータフレームを抽出し、受信データフレーム系列として出力する。

【0015】

以上に説明したような構成の無線局は、他の無線局（無線パケット通信装置）との間で、予め定めた1つの無線チャネルを介してデータパケットの送受信を行うことができる。

一方、非特許文献2においては、上述のような無線パケット通信技術において、周波数帯域を拡大することなく最大スループットを更に向上させるために、空間分割多重（SDM: Space Division Multiplexing）方式を適用することを提案している。

【非特許文献1】

小電力データ通信システム／広帯域移動アクセスシステム（CSMA）標準規格、ARIB STD-T71 1.0版、(社)電波産業会、平成12年策定

【非特許文献2】

黒崎ほか、MIMOチャネルにより100Mb/sを実現する広帯域移動通信用SDM-COFDM方式の提案、信学技報、A-P2001-96、RCS 2001-135（2001-10）

【非特許文献3】

飯塚ほか、IEEE 802.11a 準拠 5GHz 帯無線LANシステム ーパケット伝送特性ー、B-5-124、2000年電子情報通信学会通信ソサイエティ大会、2000年9月

【0016】

【発明が解決しようとする課題】

上述のような無線パケット通信技術において、最大スループットを向上させるための方法としては、変調多値数を増加すること、空間分割多重を適用すること

、1チャンネルあたりの周波数帯域幅の拡大により無線区間のデータ伝送速度を高速化することなどが考えられる。

【0017】

しかし、例えば非特許文献3の中でも指摘されているように、パケット衝突回避のためにはパケットの送信直後に無線区間のデータ伝送速度に依存しない一定の送信禁止期間を設ける必要がある。この送信禁止期間を設けると、無線区間のデータ伝送速度が増大するにつれてデータパケットの転送効率（無線区間のデータ伝送速度に対する最大スループットの比）が低下することになるので、無線区間のデータ伝送速度を上げるだけではスループットの大幅な向上は困難であった。

【0018】

例えば、各々の無線局に複数の無線通信インタフェースを設ければ、独立した複数の無線回線を同時に形成することができる。そのような場合には、複数の無線チャンネルを同時に使用して複数のデータパケットを並列に送信することも可能である。これにより、スループットの大幅な改善も可能になる。

しかしながら、同時に使用する複数の無線チャンネルの中心周波数が互いに近接しているような場合には、一方の無線チャンネルから他方の無線チャンネルが使用している周波数領域へ漏れ出す漏洩電力の影響が大きくなる。

【0019】

一般に、データパケットの伝送を行う場合には、送信側の無線局がデータパケットの無線信号を送信した後で、受信側の無線局は受信したデータパケットに対する送達確認パケット（Ack）を送信側の無線局に対して返送する。この送達確認パケットを送信側の無線局が受信しようとする際に、漏洩電力の影響が現れる。

【0020】

例えば、図25において無線チャンネル（1）と無線チャンネル（2）の中心周波数が互いに近接している場合を想定すると、時刻 $t_3 - t_4$ で無線チャンネル（1）に送達確認パケット（Ack(1)）が現れたときに、データパケット（2）を送信中である無線チャンネル（2）からの漏洩電力の影響が無線チャンネル（1）に

現れるので、送信側の無線局は送達確認パケット (Ack(1)) を受信できない可能性が高くなる。このような状況では、同時に複数の無線チャネルを利用したとしてもスループットを改善するのは困難である。

【0021】

また、例えば無線LANシステムなどに用いられる無線通信インタフェースは、伝送速度が可変であり、実際に使用する伝送速度を予め定められた複数種類の伝送速度の中から選択できる場合が多い。すなわち、伝送速度は無線チャネル毎に独立している。

従って、各無線局に複数の無線通信インタフェースを備え、複数の無線チャネルを使用して複数のデータパケットの送信を同時に開始した場合であっても、無線チャネル毎に伝送速度が異なるので、仮に送信する複数のデータパケットのパケット長（当該パケットを送信するのにかかる時間）が同一であったとしても、データパケットの送信が終了する時刻は無線チャネル毎に異なる。このため、図25に示すような無線チャネル間のタイミングの違いによってチャネル間で干渉が発生し、送達確認パケットを受信できない可能性が高い。

【0022】

本発明は、各無線局が複数の無線チャネルを同時に利用できる場合に、チャネル間で電力の漏洩が生じる場合であってもスループットを改善することが可能な無線パケット通信方法を提供することを目的とする。

【0023】

【課題を解決するための手段】

請求項1は、複数の無線チャネルの利用が可能でかつ無線チャネル毎に伝送速度の変更が可能な2つの無線局の間で無線通信を行い、複数のデータパケットを前記無線局同士の間で伝送するための無線パケット通信方法において、送信を行う無線局が、パケットの送信に先立って予め定められた複数の無線チャネルの空き状況をそれぞれ検出し、同時に複数の無線チャネルが空いていることを検出した場合には、空いている複数の無線チャネルを同時に選択し、かつ選択された前記複数の無線チャネルの伝送速度を同一の速度に揃えて、パケット長が互いに同一もしくは同等の複数のデータパケットを選択された前記複数の無線チャネルに

割り当てて同じタイミングで並列送信することを特徴とする。

【0024】

請求項1においては、複数のデータパケットの並列送信に用いる複数の無線チャネルの伝送速度を同一の速度に揃えると共に、複数のデータパケットのパケット長を揃えてから送信を行うので、データパケットの送信に要する所要時間は同時に使用する全てのチャネルについて同一になる。従って、同時に送信を開始した複数のデータパケットの送信が終了する時刻は同一になり、隣接する無線チャネル間で漏洩電力が発生する場合であっても、その影響を受けることなく送達確認パケットを確実に受信できる。このため、スループットが改善される。

【0025】

請求項2は、請求項1の無線パケット通信方法において、選択された全ての無線チャネルが使用している伝送速度の中で最小の伝送速度に統一するように、選択された各無線チャネルの伝送速度を変更することを特徴とする。

例えば、複数の無線通信インタフェースのハードウェアの違いや通信環境の違いなどの影響により、ある無線チャネルについては伝送速度をそれまで使用していた速度よりも速くすることができないような状況も考えられる。

【0026】

しかし、請求項2においては選択された全ての無線チャネルが使用している伝送速度の中で最小の伝送速度に統一するように各無線チャネルの伝送速度を変更するので、ハードウェアの違いや通信環境の違いなどを考慮することなく同時に使用する複数の無線チャネルの伝送速度を揃えることができる。

請求項3は、請求項1の無線パケット通信方法において、検出した空き状態の無線チャネルが1つだけの場合には、複数の無線チャネルが空き状態になるのを待つことなく、1つの空き無線チャネルを利用して1つのタイミングで1つのデータパケットのみを送信することを特徴とする。

【0027】

請求項3においては、空きチャネルが1つだけの場合であってもデータパケットの送信を行うので、無線チャネルの利用効率が改善される。

請求項4は、請求項1の無線パケット通信方法において、前記各無線局は、自

局が何れかの無線チャネルに対してデータパケットを送信中である間は、自局からの新たなデータパケットの送信を禁止することを特徴とする。

【0028】

請求項4においては、1つ以上の空きチャネルができた場合であっても、自局の他の無線チャネルの送信が終了するまで待つてから次のデータパケットを送信するので、チャネル間で電力の漏れが生じる場合であっても、隣接するチャネルからの漏洩電力の影響によって送達確認パケットの受信に失敗するのを避けることができ、スループットが改善される。

【0029】

請求項5は、請求項1の無線パケット通信方法において、前記各無線局は、空き状態の無線チャネルを検出した場合であっても、予め定めた期間あるいは所定の方法でその都度決定される機関が経過するまでは、検出した空き状態の無線チャネル数が所定の条件を満たす数になるまで自局からの新たなデータパケットの送信を禁止し、空き状態の無線チャネル数が前記条件を満たす状態になった後で、空いている複数の無線チャネルを同時に利用し、パケット長が互いにほぼ等しい複数のデータパケットを前記複数の無線チャネルに割り当てて同じタイミングで並列送信することを特徴とする。

【0030】

請求項5においては、常に複数の無線チャネルを用いて同時に複数のデータパケットを送信するので、複数の無線チャネルが同時に空き状態になる頻度が高い場合には、単位時間あたり送信可能なデータパケットの数を増やすことができる。また、パケット長が同じデータパケットを同時に送信するので、チャネル間の漏洩電力の影響を受けることなく送達確認パケットを受信できる。

【0031】

請求項6は、請求項1の無線パケット通信方法において、前記無線局が既に送信したデータパケットについて再送が必要になった場合には、再送を行う無線局が、パケットの再送に先立って予め定められた複数の無線チャネルの空き状況をそれぞれ検出し、再送対象のデータパケット数が2以上であり、しかも同時に複数の無線チャネルが空いていることを検出した場合には、空いている複数の無線

チャンネルを同時に選択し、かつ選択された前記複数の無線チャンネルの伝送速度を同一の速度に揃えて、パケット長が互いに同一もしくは同等の複数のデータパケットを選択された前記複数の無線チャンネルに割り当てて同じタイミングで並列送信することを特徴とする。

【0032】

データパケットの送信に失敗した場合、すなわち送信側の無線局が受信側からの送達確認パケットを正しく受信できなかった場合には、同じデータパケットを再送する必要がある。

請求項6においては、複数のデータパケットを再送する場合に、複数の無線チャンネルが空いている場合には、複数の無線チャンネルを用いて再送対象の複数のデータパケットを同時に送信するので、短時間で再送を完了することができ実効的なスループットが改善される。

【0033】

請求項7は、請求項1の無線パケット通信方法において、前記無線局が各々の無線チャンネルで空間分割多重により同時に複数のデータパケットを同一の伝送速度もしくは互いに独立した伝送速度で伝送可能な状況では、選択された全ての無線チャンネルが使用している全ての伝送速度を同一の伝送速度に揃えて、パケット長が同一もしくは同等の複数のデータパケットを選択された前記複数の無線チャンネルに割り当てて同じタイミングで並列送信することを特徴とする。

【0034】

【発明の実施の形態】

本発明の無線パケット通信方法の1つの実施の形態について図1～図8、図19～図23及び図27を参照して説明する。この形態は請求項1～請求項6に対応する。

図1は送信処理(1)を示すフローチャートである。図2はこの形態の無線局の構成を示すブロック図である。図3は受信処理を示すフローチャートである。図4はパケットの構成を示す模式図である。

【0035】

また、図5は送信処理(2)を示すフローチャートである。図6は送信処理(

3) を示すフローチャートである。図 7 は送信処理 (4) を示すフローチャートである。図 8 は送信処理 (5) を示すフローチャートである。図 27 は送信処理 (16) を示すフローチャートである。図 19 ~ 図 23 は各無線チャネルの利用例を示すタイムチャートである。

【0036】

この形態では、図 2 に示すように構成された無線局を 2 つ用いてこれらの無線局の間に無線回線を介してデータパケットを伝送する場合を想定している。勿論、これらの無線局の周囲には、同じ無線チャネルを利用する他の無線局も存在する可能性がある。実際には、例えば IEEE 802.11 規格に準拠する無線 LAN システムを構成する無線基地局や無線端末をこれらの無線局として想定することができる。

【0037】

2 つの無線局の間の無線回線上では、図 4 に示すようなデータパケット及び Ack パケットが伝送される。データパケットは送信側の無線局から送出され、Ack パケットは受信したデータパケットに対する送達確認パケットとして受信側の無線局から送出される。

図 4 に示すように、データパケットにはデータフレームの他に、パケット種別情報、宛先無線局の識別情報 (ID)、送信元無線局の識別情報及びシーケンス番号を含む制御情報が含まれている。また、Ack パケットにはパケット種別情報と直前に受信したデータパケットの送信元無線局の識別情報を含む制御情報が含まれている。

【0038】

図 2 に示す無線局は、複数の送受信処理部 10(1)、10(2)、・・・と、送信バッファ 21、パケット生成部 22、送信チャネル選択制御部 23、パケット振り分け送信制御部 24、パケット順序管理部 25、ヘッダ除去部 26、共通伝送速度選択部 30 とを備えている。

各送受信処理部 10(1)、10(2)、・・・は、互いに異なる無線チャネルで無線通信を行う。これらの無線チャネルは、互いに無線周波数などが異なっているので、送受信処理部 10(1)、10(2)、・・・が使用する無線回線は互いに独立

している。

【0039】

各々の送受信処理部10は、変調器11、無線送信部12、アンテナ13、無線受信部14、復調器15、パケット選択部16、キャリア検出部17、送信状態保持部18、Ackパケット生成部19、空きチャネル判定部31及び伝送速度選択部32を備えている。なお、図2には2つの送受信処理部10だけを示しているが、1つの無線局に設ける送受信処理部10の数については必要に応じて増やしてもよい。

【0040】

なお、複数の送受信処理部10がそれぞれ使用する各無線チャネルの無線区間での伝送速度については、無線チャネル毎に独立に割り当てることができる。実際の各無線チャネルの伝送速度は、各送受信処理部10内の伝送速度選択部32及び共通伝送速度選択部30によって制御される。

各伝送速度選択部32は、データパケット毎に、予め定めた複数の伝送速度の中から何れか1つの伝送速度を各チャネルの伝搬環境に応じて選択する。各伝送速度選択部32が選択した伝送速度の情報は、共通伝送速度選択部30を介して各変調器11にBR(1)、BR(2)として入力される。

【0041】

但し、複数のデータパケットを同時に送信する場合には、共通伝送速度選択部30は各変調器11に出力する伝送速度の情報を共通の速度に統一する。実際には、共通伝送速度選択部30は送信チャネル選択制御部23の選択した各無線チャネルに割り当てられた伝送速度（各伝送速度選択部32の出力）の中で最も低い伝送速度を共通伝送速度として選択し、同時に使用する複数の送受信処理部10の変調器11に共通伝送速度の情報を与える。

【0042】

各伝送速度選択部32が選択可能な伝送速度としては、例えば24Mbit/s、12Mbit/sなどが想定される。

図2に示す無線局においては、複数の送受信処理部10(1)、10(2)、・・・を備えているので、同時に複数の無線チャネルを利用して無線通信することがで

きる。

【0043】

図2において、1つあるいは複数の送信データから構成される送信データ系列が送信先（宛先）の無線パケット通信装置（無線局）のID情報とともに送信バッファ21に入力される。送信バッファ21は、入力された1つあるいは複数の送信データを送信先の無線パケット通信装置のID情報と対応付けて一時的に保持（バッファリング）するとともに、保持している送信データのうち最も早い時刻に入力された送信データに対応するID情報と対応付けられて保持されている全ての送信データの数をパケット生成部22及び送信チャネル選択制御部23に逐次出力する。なお、データパケットの伝送が2つの無線パケット通信装置間のみに限られるような場合には、送信バッファ21は送信先無線パケット通信装置のIDを管理する必要はない。

【0044】

図2の無線局は、送信バッファ21に保持された送信データを送信するために、各送受信処理部10が利用可能な各々の無線チャネルの空き状況を検出し、空いているチャネルを使用して前述の送信データを送信する。

次に、無線チャネルの空き状況を検出するための処理について説明する。自局以外の無線局が各無線チャネルで送信した無線信号は、同じ無線チャネルに割り当てられた各送受信処理部10のアンテナ13で受信される。各送受信処理部10内の無線受信部14は、アンテナ13で受信された無線信号に対して周波数変換、フィルタリング、直交検波、AD（アナログ→デジタル）変換等の受信処理を施す。

【0045】

なお、複数の送受信処理部10のそれぞれに割り当てる無線チャネルについては、互いに異なるチャネルになるように事前に固定しておいても良い。

各送受信処理部10のアンテナ13が送信のために使用されていない時には、無線受信部14は他の無線局が送信したデータパケットの有無とは無関係に、割り当てられた無線チャネルを含む無線伝搬路上の無線信号が常にアンテナ13を介して入力されており、無線受信部14はデータパケットの有無に合わせて適切

な受信処理を行う。

【0046】

この受信処理の結果、各送受信処理部10に割り当てられた無線チャネルで他局からデータパケットが送信されていた場合には、該当する無線チャネルで送信された無線信号に対応するベースバンド信号が、受信信号として対応する無線受信部14からそれぞれ出力される。

また、各無線チャネルにおける受信信号の受信電界強度を表すRSSI (Received Signal Strength Indicator) 信号が各無線受信部14からそれぞれ出力される。なお、このRSSI信号は、対応する無線チャネルを介してデータパケットが送信されていたか否かに関わらず、各無線受信部14からそれぞれ出力される。

【0047】

また、何れの無線チャネルにおいてもデータパケットが送信されていなかった場合には、前述のような複素ベースバンド信号は出力されないが、各々の無線チャネルにおける受信信号の受信電界強度を表すRSSI信号が各無線受信部14からそれぞれ出力される。

すなわち、RSSI信号は、当該無線チャネルにおいてデータパケットが送信されているか否かに関わらず、送信に使用されていないアンテナに対応する無線受信部14から常に出力される。無線受信部14から出力される受信信号及びRSSI信号は、復調器15及びキャリア検出部17にそれぞれ入力される。

【0048】

キャリア検出部17は、前述のRSSI信号が入力されると、入力されたRSSI信号によってそれぞれ示される受信電界強度の値と、予め与えられた閾値とを比較し、事前に与えられる計算方法によって算出される時間以上の間連続して受信電界強度の値が閾値よりも小さい場合には、割り当てられた無線チャネルがキャリア未検出のチャネルであると判定し、それ以外の場合には、対応する無線チャネルがビジーであると判定し、判定結果をキャリア検出結果としてそれぞれ出力する。

【0049】

なお、事前に与えられる計算方法によって算出される前述の時間についてはその都度変化させても良いが、本例では説明を簡略化するために、常に一定の時間 T である場合を想定している。

【0050】

従って、例えば、図 25 に示すように無線チャネル(1)及び無線チャネル(2)共に時刻 t_0 から T 時間経過後の時刻 t_1 まで連続してチャネルビジーでない状態が継続した場合には、時刻 t_1 の時点で無線チャネル(1)及び無線チャネル(2)の両方がキャリア未検出のチャネルであると判定する。

また、図 25 の時刻 t_8 から時刻 t_9 までの間は、無線チャネル(1)はチャネルがビジー状態であるが、無線チャネル(2)はチャネルビジーでない状態が継続するため、時刻 t_9 においては無線チャネル(2)のみがキャリア未検出チャネルであり、無線チャネル(1)はビジーであると判定する。

【0051】

なお、アンテナが既に送信状態にある場合にのみ、このアンテナに対応するキャリア検出部 17 には RSSI 信号が入力されない。また、アンテナがすでに送信状態にある場合には、当該アンテナで別のデータパケットに相当する無線信号を同時に送信することはできない。

従って、キャリア検出部 17 に RSSI 信号が入力されなかった場合には、当該キャリア検出部 17 は、対応する無線チャネルがビジーであることを示す判定結果をキャリア検出結果として出力する。各チャネルのキャリア検出部 17 から出力されるキャリア検出結果は、空きチャネル判定部 31 に入力される。

【0052】

また、各送受信処理部 10 の送信状態保持部 18 はそれぞれのチャネルを使用して自局がデータパケットの送信処理を行っている途中の状況にあるかどうかを示す送信状況情報を出力する。この送信状況情報は空きチャネル判定部 31 に入力される。

空きチャネル判定部 31 は、キャリア検出部 17 から入力される各無線チャネルに対応するキャリア検出結果と、送信状態保持部 18 から入力される送信状況情報とに基づいて各無線チャネルが空きチャネルかビジーかを判定する。すなわ

ち、キャリア未検出でありかつ送信処理中でない場合には、対応する無線チャネルが空きチャネルであると判定し、それ以外の場合には対応する無線チャネルがビジーであると判定する。各チャネルの空きチャネル判定部 31 の判定結果 CS (1), CS (2), . . . は送信チャネル選択制御部 23 に入力される。

【0053】

一方、送信チャネル選択制御部 23 は判定結果 CS (1), CS (2), . . . と、送信バッファ 21 から入力される送信データの数と、予め定めた最大パケットサイズとに基づいて、送信するデータパケットの数を決定する。また、それらのデータパケットの送信に用いる無線チャネルを選択し、パケット振り分け送信制御部 24 に対して出力する。

【0054】

この例では、送信チャネル選択制御部 23 は送信バッファ 21 から入力される送信データの数と前述の最大パケットサイズで割り算して得られた数をさらに切り上げて整数化した数と空きチャネルの数のうちの小さい方の数を送信するデータパケットの数として決定する。また決定したデータパケットの数と同数の無線チャネルを前述の空きチャネルの中から選択してその結果をパケット振り分け送信制御部 24 に通知する。

【0055】

例えば、図 25 に示す時刻 t_0 において、送信バッファ 21 に 4000 バイトの送信データが順にバッファリングされた場合を想定する。また、簡単のためバッファリングされたデータの送信先は全て同一の無線パケット通信装置であると仮定し、更に予め定めた最大パケットサイズが 1500 バイトであると仮定する。

この場合、図 25 に示される時刻 t_1 においては、送信バッファ 21 から通知される送信データの数 4000 であり、空きチャネルの数が 2 であるので、送信チャネル選択制御部 23 は無線チャネル (1) 及び (2) を使用して 2 つのデータパケットを送信することを決定し、パケット振り分け送信制御部 24 に通知することになる。この場合、送信するデータパケットのデータサイズはそれぞれ 1500 バイトになる。

【0056】

また、図25の時刻t9において、例えば送信バッファ21から通知される送信データの数が1000であれば、空きチャンネルは無線チャンネル(2)の1つのみであるので、無線チャンネル(2)を使用してデータサイズが1000バイトのデータパケットを1つ送信することを決定し、パケット振り分け送信制御部24に通知することになる。

【0057】

一方、パケット振り分け送信制御部24は、送信チャンネル選択制御部23から入力された無線チャンネルの選択結果から得られる送信データパケット数に従って、これと同数のデータパケットを生成して出力するための要求をパケット生成部22に対して出力する。

例えば、図25に示す時刻t1に相当する状況では、2つのデータパケットを、また時刻t9に相当する状況では1つのデータパケットを出力するための要求をパケット振り分け送信制御部24がパケット生成部22に対して出力する。

【0058】

パケット生成部22は、パケット振り分け送信制御部24から入力された要求と送信バッファ21から入力された送信データの数とを参照し、要求されたデータパケットの数と前述の最大パケットサイズとの積が送信バッファ21より通知された送信データの数よりも大きい場合には、通知された送信データの数を送信バッファ21に対して出力し、それ以外の場合には、要求されたデータパケットの数と前述の最大パケットサイズとの積に等しい数を送信バッファ21に対して出力する。

【0059】

例えば、図25の時刻t1に相当する状況では3000（バイト）という値を出力し、時刻t9に相当する状況では1000（バイト）という値をパケット生成部22が送信バッファ21に出力する。

送信バッファ21は、パケット生成部22から前述の数が入力されると、保持している送信データのうち送信バッファ21に入力された時刻が最も早い先頭の送信データに対応する前述のID情報と対応付けられた送信データの中で、送信

バッファ 21 に入力された時刻が最も早い先頭の送信データから順に、パケット生成部 22 から入力された数の送信データを選択し、選択した送信データをパケット生成部 22 に対して出力するとともに該 ID 情報もパケット生成部 22 に対して出力し、当該送信データを送信バッファから削除する。

【0060】

パケット生成部 22 は、送信バッファ 21 から入力された送信データを、要求されたデータパケットの数と等しい数のデータグループにグループ分けし、各々のデータグループに対し、図 4 に示されたデータパケットと同様に、パケット種別情報、送信先（宛先）となる無線局の ID 情報、送信元となる無線局の ID 情報及び送信局が送信を行う毎に 1 つずつ増加させるシーケンス番号を含む制御情報を付加してデータパケットを生成する。パケット生成部 22 が生成したデータパケットはパケット振り分け送信制御部 24 に対して出力される。

【0061】

なお、グループ分けにおいて各データパケットのサイズについては、送信データを要求されたデータパケットの数で割り算して得られた値をさらに切り捨てて整数化した数以上で、かつ当該値に 1 を加えた数以下の範囲内の数であり、仮にグループ分けをした結果、前記の範囲内の数にならなかった場合には、ダミービットを付加しても良い。また、全てのデータパケット長を同一にするためにダミービットを付加しても良い。

【0062】

パケット振り分け送信制御部 24 は、パケット生成部 22 から入力されたデータパケットの各々に対し、送信チャネル選択制御部 23 から入力された無線チャネル選択結果が表す無線チャネルの中から、送信の際に使用する互いに異なる無線チャネルを選択して対応付けを行う。

例えば、図 25 の時刻 t_1 の状況では、使用する一方の無線チャネル(1)に対してパケットサイズが 1500 バイトであるデータパケット(1)を対応付け、もう一方の無線チャネル(2)にパケットサイズが 1500 バイトであるデータパケット(2)を対応づける。また、時刻 t_9 においては無線チャネル(2)をパケットサイズが 1000 バイトであるデータパケット(3)に対応付ける。

【0063】

なお、データパケットに付加される前述のパケット種別は、そのパケットが送信データを送受信するために使用されるデータパケットであることを表す。また、図4に示すAckパケットに付加されるパケット種別は、そのパケットが送達確認信号であることを表す。

【0064】

また、データパケットに付加する送信先（宛先）となる無線局のID情報については、送信バッファ21から入力されたID情報を用いる。

パケット振り分け送信制御部24によって各無線チャネルに対応付けられたデータパケットは、対応する無線チャネルの送受信処理部10に備わった変調器11に入力される。

【0065】

また、パケット振り分け送信制御部24は、データパケットの出力を開始した時点において割り当てられた無線チャネルを使用してデータパケットの送信処理を開始したことを示す送信処理開始情報を該当する無線チャネルの送受信処理部10に備わった送信状態保持部18に対して出力する。また、データパケットの出力を終了した時点においては、割り当てられた無線チャネルを使用したデータパケットの送信が終了したことを示す送信終了情報を該当する無線チャネルの送受信処理部10に備わった送信状態保持部18に対して出力する。

【0066】

複数の無線チャネルを同時に使用して複数のデータパケットを送信する場合に、複数の無線チャネルに対応する複数の送受信処理部10のそれぞれに対して、データパケット、送信処理開始情報及び送信終了情報がパケット振り分け送信制御部24から出力される。

各送受信処理部10内の送信状態保持部18は、該当する無線チャネルを使用してデータパケットの送信処理を開始したことを示す送信処理開始情報が入力されると、各々の無線チャネルに対応する送信状況を「データパケット送信中」に変更して保持し、保持している各無線チャネルの送信状況を空きチャネル判定部31に対して出力する。また、データパケットの送信が終了したことを示す送信

終了情報が入力されると、各々の無線チャネルに対応する送信情報を「送達確認待ち」に変更して保持する。

【0067】

各送受信処理部10内の変調器11は、パケット振り分け送信制御部24からデータパケットが入力されると、そのデータパケットに対して共通伝送速度選択部30から出力される信号(BR(1), BR(2), ...)に対応する伝送速度で送信できるように適切な変調処理を施す。変調処理を施されたデータパケットは、無線送信部12に対して出力される。

【0068】

各送受信処理部10内の無線送信部12は、変調器11から入力された変調処理後のデータパケットに対し、DA(ディジタルーアナログ)変換, 周波数変換, フィルタリング, 電力増幅等の送信処理を施す。各無線送信部12は、それが属する送受信処理部10に割り当てられた無線チャネルに対応した送信処理を行う。無線送信部12で送信処理が施されたデータパケットは、アンテナ13を介して送信される。

【0069】

一方、他の無線局が送信した無線信号が各送受信処理部10(1), 10(2), ...の何れかに割り当てられた無線チャネルで送信された場合には、無線信号の電波は該当する送受信処理部10のアンテナ13で受信され、無線受信部14に入力される。

予め割り当てられた無線チャネルの無線信号がアンテナ13から入力されると、無線受信部14は、入力された無線信号に対して、周波数変換, フィルタリング, 直交検波及びAD変換を含む受信処理を施す。

【0070】

割り当てられた無線チャネルでデータパケットが送信されていた場合には、受信した無線信号に対応するベースバンド信号が無線受信部14から出力される。また、割り当てられた無線チャネルにおける受信信号の受信電界強度を表すRSSI信号が無線受信部14から出力される。

復調器15は、無線受信部14が出力するベースバンド信号を復調する。その

復調出力はパケット選択部 16 に入力される。

【0071】

パケット選択部 16 は、復調器 15 から入力された復調出力のパケットについて最初にその種別を識別する。すなわち、各パケットのヘッダには図 4 に示すようにパケット種別情報が含まれているので、この情報を参照して入力されたパケットがデータパケットか Ack パケット（送達確認パケット）かを識別する。

パケット選択部 16 に入力されたパケットがデータパケットであった場合には、入力されたデータパケットが自局に対して送信されたものか否かを識別する。すなわち、各データパケットには図 4 に示すようにヘッダとして宛先無線局の ID が含まれているので、その ID が自局と一致するか否かを調べることにより、各データパケットが自局宛か否かを識別できる。

【0072】

パケット選択部 16 に入力されたデータパケットが自局に対して送信されたものであった場合には、パケット選択部 16 は当該パケットを Ack パケット生成部 19 及びパケット順序管理部 25 に出力する。また、自局宛でないパケットを検出した場合には、パケット選択部 16 は当該パケットを破棄する。

Ack パケット生成部 19 は、パケット選択部 16 からデータパケットが入力されると、そのヘッダから送信元無線局の ID を抽出し、それを含む図 4 に示すような Ack パケットを生成する。

【0073】

Ack パケット生成部 19 が生成した Ack パケットは、変調器 11 で変調され、データパケットを送信する場合と同様に、無線送信部 12 で処理されアンテナ 13 から無線信号として送出される。

パケット順序管理部 25 は、入力された各データパケットに付加されているシーケンス番号（図 4 参照）を調べ、受信した複数のデータパケットの並びを適切な順番、すなわちシーケンス番号順に並べ替える。その結果を受信データパケット系列としてヘッダ除去部 26 に出力する。

【0074】

ヘッダ除去部 26 は、入力された受信データパケット系列に含まれている各々

のデータパケットからヘッダ部分、すなわちパケット種別情報、宛先無線局の ID、送信元無線局の ID 及びシーケンス番号を含む制御情報を除去して元のデータフレームを抽出し、受信データフレーム系列として出力する。

【0075】

なお、必要に応じて当該受信データを送信した無線局の ID 情報をヘッダ除去部 26 から併せて出力するように構成してもよい。

一方、復調器 15 からパケット選択部 16 に入力されたパケットが Ack パケットであった場合には、パケット選択部 16 はこのパケット中の ID 情報を調べて自局の ID と一致するか否かを識別する。一致した場合には、当該パケットが送信された際に使用された無線チャネルの送信状態保持部 18 に対して、Ack パケットを受信したことを示す送達確認完了信号を出力し、一致しない場合には当該パケットを破棄する。

【0076】

送信状態保持部 18 は、パケット選択部 16 から送達確認完了信号が入力されると、対応する無線チャネルを使用して直前に送信したデータパケットの送信処理が完了したことを認識して各々の無線チャネルに対応する送信状況を「送信待機中」に変更して保持し、保持している各無線チャネルの送信状況を空きチャネル判定部 31 に対して出力するとともに、データパケットの送信が成功したことを示す送信成否情報を伝送速度選択部 32 に対して出力する。

【0077】

一方、送信状況が「送達確認待ち」に変更してから一定時間経過してもパケット選択部 16 から送達確認完了信号が入力されない場合には、対応する無線チャネルを使用して直前に送信したデータパケットが送信先の無線局にて正常に受信されなかったものとみなし、各々の無線チャネルに対応する送信情報を「送信待機中」に変更して保持し、データパケットの送信が失敗したことを示す送信成否情報を伝送速度選択部 32 に対して出力する。

【0078】

このようにして Ack パケットの送受信を行うことにより、送信側の無線局は、送信したデータパケットが確実に受信側で受信されたことをデータパケットの

送信毎に確認しながら、当該無線チャネルを介して複数のデータパケットを送信できる。

また、各チャネルの伝送速度選択部 32 は、送信状態保持部 18 から入力された送信成否情報を参照し、連続して送信成功した回数が予め定めた一定数に達し、かつ、前回の送信時に用いた伝送速度よりも高速な伝送速度を用いることが可能な場合には、前回の送信時に用いた伝送速度よりも一段階高速な伝送速度を選択する。また、連続して送信失敗した回数が予め定めた一定数に達し、かつ、前回の送信時に用いた伝送速度よりも低速な伝送速度を用いることが可能な場合には、前回の送信時に用いた伝送速度よりも一段階低速な伝送速度を選択し、それ以外の場合には、前回の送信時に用いた伝送速度を再度選択する。

【0079】

各変調器 11 には、伝送速度選択部 32 の選択した伝送速度の情報が共通伝送速度選択部 30 を介して入力される。但し、複数の無線チャネルを使用して複数のデータパケットを同時に送信する場合には、各変調器 11 に入力される伝送速度の情報は共通伝送速度選択部 30 によって自動的に変更される。すなわち、同時に使用する複数チャネルの伝送速度選択部 32 がそれぞれ選択した伝送速度の中で最も低速の伝送速度が共通伝送速度として選択され、この共通伝送速度が複数チャネルの変調器 11 に伝送速度として入力される。

【0080】

前述のように、送信バッファ 21 に十分な量の送信データが保持されている場合には、パケット生成部 22 は最大パケットサイズと同じサイズのデータパケットを生成するので、同時に送信される複数のデータパケットを生成する場合には、これらのデータパケットのサイズは最大パケットサイズに統一される。

ところで、例えば同時に送信する 2 つのデータパケット (1), (2) のサイズが同一であったとしても、使用する 2 つの無線チャネル (1), (2) の伝送速度が異なる場合には、図 25 に示すようにデータパケット (1) の送信が終了する時刻 t_2 とデータパケット (2) の送信が終了する時刻 t_6 とに差が生じる。

【0081】

2 つの無線チャネル (1), (2) の間で送信電力の漏れが生じる場合には、図 25

のデータパケット(1)に対する送達確認信号である Ack (1)が現れるタイミングで、無線チャネル(2)ではデータパケット(2)が送信中であるため、その漏洩電力の影響で無線チャネル(1)の Ack (1)が受信できない可能性が高い。

【0082】

しかし、図2に示す無線局は、複数のデータパケットを複数の無線チャネルを使用して並列送信する場合に、共通伝送速度選択部30が同一の共通伝送速度を使用する無線チャネルの変調器11に与えるため、複数の無線チャネルでそれぞれ送信されるデータパケットの伝送速度は同一になる。

従って、図19に示すように時刻 t_1 で空き状態の2つの無線チャネル(1), (2)を同時に使って、サイズが同一(最大パケットサイズ)の2つのデータパケット(1), (2)を送信する場合には、データパケット(1)の送信所要時間(パケット長/伝送速度)とデータパケット(2)の送信所要時間とが同一になり、時刻 t_2 で2つのデータパケット(1), (2)の送信が同時に完了する。そのため、無線チャネル間で電力の漏れが生じる場合であっても、送達確認信号である Ack (1), Ack (2)の受信には影響を及ぼさない。

【0083】

また、伝送速度選択部32は複数の無線チャネルの伝送速度選択部32がそれぞれ選択した伝送速度の中で最も低速の伝送速度を共通伝送速度として選択するので、複数のデータパケットを同時に送信する場合でも伝送品質の劣化を避けることができる。

図2に示す無線局が行う送信処理の概要について、図1を参照しながら説明する。

【0084】

ステップS10では、利用可能な全ての無線チャネルの中から全ての空き無線チャネルを検索する。実際には、各送受信処理部10のキャリア検出部17及び空きチャネル判定部31を用いてチャネル毎に無線チャネルの空き状況を検出する。検出した空き無線チャネルの総数をNとする。

空きチャネルを1つ以上検出した場合にはステップS10から次のS12に進み、送信バッファ21上で送信待ち状態のデータに対して、送信データの数を最

大パケットサイズで割り算して得られた数をさらに切り上げて整数化した数 (= K) を求める。 K が 1 以上の場合にはステップ S 13 に進む。

【0085】

ステップ S 13 では、パケット数 K と空きチャネル数 N とを比較する。

($K > N$) であればステップ S 14 に進み、送信するパケット数として N を選択する。($K \leq N$) であればステップ S 15 に進み、送信するパケット数として K を選択する。ステップ S 16 では、送信するパケット数に基づいて、送信バッファ 21 から送信データを取り出し、送信データのグループ分けを実施し、適切な処理を施してデータパケットを生成する。

【0086】

ステップ S 17 では、送信するパケット数及び伝送速度に基づいて無線チャネルを選択し、ステップ S 16 で生成した送信対象のデータパケットとそれぞれ 1 対 1 に対応付ける。

ステップ S 18 では、今回の送信で使用する全ての無線チャネルについて、各無線チャネルに相当する送受信処理部 10 内の伝送速度選択部 32 がそれまでの処理によって事前に決定した伝送速度を読み込み、それらの中の最小値を共通伝送速度として決定する。

【0087】

ステップ S 19 では、今回の送信で使用する各無線チャネルの変調器 11 に与える伝送速度をステップ S 18 で決定した共通伝送速度に変更する。

ステップ S 23 では、共通伝送速度で各変調器 11 が各々のデータパケットに対して変調処理を施す。

ステップ S 24 では、ステップ S 23 で変調されたデータパケットに対して無線チャネル毎に送信処理を開始する。すなわち、変調処理、DA変換、周波数変換、フィルタリング、電力増幅などの処理を行う。

【0088】

従って、例えば 2 つの無線チャネル (1), (2) が空き状態の時に 2 つのデータパケット (1), (2) が送信待ち状態であるような場合には、図 19 に示す時刻 t_1 でデータパケット (1), (2) が無線チャネル (1), (2) で同時に送信開始される。また、

2つのデータパケット(1),(2)のパケット長は同一であり、無線チャネル(1),(2)の伝送速度は共通伝送速度に統一される。このため、2つのデータパケット(1),(2)の送信は共に時刻 t_2 で終了する。

【0089】

一方、図2に示す無線局が無線信号の受信を行う場合には、各々のデータパケットに対して図3に示すような受信処理が実行される。なお、図3においてはACKパケットに対する処理の記載は省略されている。

図3のステップS121では、全ての送受信処理部10で受信可能な複数（送受信処理部10の数と同数）の無線チャネルのそれぞれについて、データパケットの受信処理を実行する。パケットを受信した場合には、ステップS122でデータパケットに含まれている宛先無線局のIDを参照し、自局宛のパケットか否かを識別する。

【0090】

自局宛のデータパケットを受信した場合にはステップS123でそのデータパケットの処理を実行し、自局宛でないデータパケットを受信した場合にはステップS124でそのデータパケットを破棄する。

ステップS122, S123, S124については、受信したデータパケットのそれぞれについて実行する。

【0091】

次に、送信処理の各種変形例について説明する。なお、図5～図8において図1と対応するステップには同一の番号を付けて示してある。図1と同じ部分については以下の説明を省略する。

図5に示す送信処理(2)においては、ステップS10～S12の間にステップS31が追加されている。ステップS31では、自局がステップS10で検出した空きチャネル以外の他の無線チャネルで送信中か否かを識別する。実際には、各送受信処理部10の送信状態保持部18に保持された情報を参照して識別する。

【0092】

そして、他の無線チャネルで送信中でない場合に限りステップS31からS1

2に進む。従って、他の無線チャネルで既に送信中の場合には、次のデータパケットは送信されず、送信が終了するまで待った後で次のデータパケットの送信を行う。

例えば、図21に示す時刻 t_6 のように空きチャネルが1つだけの場合や、送信待ち状態のデータパケットが1つだけの場合には1つのデータパケット(3)のみが送信される。その送信を開始した後で、新たな送信待ち状態のデータパケットが現れたり、新たな空きチャネルが現れた場合には、空きチャネルを利用して次のデータパケットを送信することが可能である。

【0093】

しかし、例えば図23においてデータパケット(3)の送信中に次のデータパケット(4)を時刻 t_8 で送信開始すると、それらの送信タイミングが異なるため、無線チャネル間の漏洩電力の影響により送達確認信号Ack(3)が受信できない可能性がある。

ステップS31を設けることにより、例えば図21のデータパケット(4)は、データパケット(3)に対する送達確認信号Ack(3)が現れた後の時刻 t_{11} で送信開始される。

【0094】

図6に示す送信処理(3)においては、ステップS12-S13の間にステップS32、S33が追加されている。

ステップS32では、空きチャネル数 N が十分か否かを識別するために、空きチャネル数 N と閾値 N_{th} (予め定めた定数でもよく、送信待ちデータの数で最大パケットサイズで割り算して得られた数をさらに切り上げて整数化した数(=K)でもよい)とを比較する。また、初回のみステップS32でタイマをスタートする。 $(N > N_{th})$ であればステップS13に進むが、 $(N \leq N_{th})$ の間はステップS33を通してステップS10に戻り、空きチャネル数 N が増えるまで待機する。なお、タイムアップした場合には、空きチャネル数 N が N_{th} に満たない場合でもS13に進む。

【0095】

例えば図22において、時刻 t_5-t_7 は無線チャネル(1)がチャネルビジー

であり、無線チャネル(2)のみが空き状態、すなわち空きチャネル数 N が1である場合を想定している。例えば($N_{th}=1$)の場合を想定すると、時刻 t_5 で送信すべきデータパケットが現れたとしても、($N \leq N_{th}$)であるため空きチャネル数 N が増えるまで待機する。その結果、空きチャネル数 N が2になった後の時刻 t_8 で2つのデータパケット(3), (4)を同時に送信開始する。

【0096】

図7に示す送信処理(4)においては、ステップS31, S32, S33が追加されている。すなわち、図5及び図6の組み合わせを表している。従って、既に説明した処理と同様である。

上記のような送信処理を実施する場合には、複数の空き無線チャネルが存在し、かつ送信バッファ21内に最大パケットサイズ以下のデータしか存在しない場合には、1つの無線チャネルを用いて1つのパケットのみが送信される。しかしながら、以下に説明するような処理を行うことにより、伝送効率を更に改善することができる。

【0097】

送信チャネル選択制御部23は、空きチャネルをパケット振り分け送信制御部24に通知する。パケット振り分け送信制御部24は、通知された空きチャネルをパケット生成部22に通知する。パケット生成部22は、パケット振り分け送信制御部24から通知された空きチャネル数と最大パケットサイズとの積と、送信バッファから入力される送信データの数を比較して、小さい方の数を送信するデータの数として決定し、送信バッファ21に対して出力する。また、パケット生成部22は、送信バッファ21から入力された送信データを空きチャネルと等しい数のデータグループにグループ分けし、適切な処理を施してデータパケットを生成する。

【0098】

この場合の送信処理の概要が図27に示されている。なお、図27は図1の変形例であり、同じステップには同じ番号を付けて示してある。変更のない処理については以下の説明を省略する。

ステップS13Eでは、空きチャネル数 N と最大パケットサイズの積(M)と

送信待ち状態のデータの数 (L) とを比較する。 ($M > L$) であればステップ S 14 E に進み、送信するデータ数として L を選択する。

【0099】

($M \leq L$) であればステップ S 15 E に進み、送信するデータ数として M を選択する。ステップ S 16 E では、送信するデータ数に基づいて送信バッファ 21 から送信データを取り出し、空きチャネル数に基づいて送信データのグループ分けを実施し、適切な処理を施してデータパケットを生成する。

このような処理を実施する場合には、空きチャネルが複数存在し、かつ送信バッファ 21 内に最大パケットサイズ以下のデータしか存在しない場合であっても、当該データを空きチャネル数に応じて等分割して並列送信できるので、送信時間を短縮でき、伝送効率を上げることができる。

【0100】

ところで、例えば図 20 に示すように時刻 $t_1 - t_2$ でデータパケット (1), (2) を送信した後、所定時間 T_b を経過するまでの間にそれらに対する送達確認信号が現れなかった場合には、データパケット (1), (2) が受信側に届いていない可能性が高いので、データパケット (1), (2) の再送を行う必要がある。この再送のためにステップ S 24 以降に追加された処理が図 8 に示されている。

【0101】

ステップ S 24 で送信した全てのデータパケットに対する送達確認信号 (Ack 信号) を所定時間 T_b 以内に送信側の無線局が受信できなかった場合には、ステップ S 41, S 42 を通ってステップ S 43 に進む。

ステップ S 43 では空いている無線チャネルを検索する。検出した空きチャネルの数を N とする。1 つ以上の空きチャネルが見つかった次のステップ S 44 に進む。

【0102】

ステップ S 44 では、空きチャネル数 N と再送が必要なパケット数 K_r とを比較する。 ($N > K_r$) であればステップ S 45 に進み、 ($N = K_r$) であればステップ S 48 に進み、 ($N \leq K_r$) であればステップ S 46 を通ってステップ S 47 に進む。

ステップS45では、ステップS43で検出した空きチャネルの中から、 K_r 個の packets の再送に必要な K_r 個の無線チャネルを選択する。ステップS47では、再送が必要な K_r 個の packets の中から、ステップS43で検出された N 個の空きチャネルで同時に送信可能な N 個の packets を選択する。

【0103】

ステップS48では、ステップS43で検出された空きチャネル又はステップS45で選択された空きチャネルのそれぞれと、再送が必要な K_r 個の packets 又はステップS47で選択された N 個の packets とを1対1で対応付ける。

ステップS49では、前回の送信時と比べて、使用する無線チャネル及び各無線チャネルにおける伝送速度に変化があったか否かを調べる。変化があった場合にはステップS51に進み、変化がなければステップS53に進む。

【0104】

ステップS51では、再送に使用する全ての無線チャネルについて、チャネル毎に伝送速度選択部32が保持している伝送速度の情報を読み込み、それらの中の最小値を共通伝送速度として決定する。ステップS52では、再送に使用する全ての無線チャネルの変調器11にステップS51で決定した共通伝送速度を与える。

【0105】

前回の送信時と比べて、使用する無線チャネル及び各無線チャネルにおける伝送速度に変化がなかった場合には、ステップS53に進むため、再送に使用する全ての無線チャネルの伝送速度を前回送信時と同じ伝送速度に決定する。

ステップS54では、無線チャネル毎にステップS52又はS53で決定された伝送速度に従って変調器11がデータ packets の変調処理を行う。なお、再送の場合には、前回送信した変調処理後のデータ packets が送信側の無線局上のメモリに保持されていれば、変調処理を省略することもできる。

【0106】

ステップS55では再送処理を開始する。ここではステップS24と同様の処理を行う。

従って、例えば図20に示す時刻 t_4 のように再送対象のデータ packets が複

数存在し、複数の無線チャネルが同時に空き状態であれば、複数の無線チャネルを同時に使用して複数のデータパケットを並列送信することになる。

【0107】

また、データパケットの送信に失敗すると、各チャネルの伝送速度選択部 32 が伝送速度を低速に切り替えるので、時刻 $t_4 - t_5$ においては、時刻 $t_1 - t_2$ と比べて低速の伝送速度で同じデータパケット(1), (2)の送信が行われる。従って、再送の場合の送信所要時間は長くなる。

また、初回送信時か再送時かに関わらず送信毎に伝送速度を選択するため、常に同時に送信を終了することができ、送達確認パケットの受信を行うことが可能となる。

【0108】

(第2の実施の形態)

本発明の無線パケット通信方法のもう1つの実施の形態について、図9及び図24を参照して説明する。この形態は請求項7に相当する。図9は送信処理(6)を示すフローチャートである。図24は空間分割多重を行う通信装置の構成例を示すブロック図である。

【0109】

この形態では、図2に示す無線局と同様に、少なくとも1つの送受信処理部10を備える無線局を2つ用いてこれらの無線局の間で無線回線を介してデータパケットを伝送する場合を想定している。また、図示しないがこの形態では各送受信処理部10に、公知の空間分割多重技術(非特許文献2参照)を実現するための機能要素(例えば図24に示す要素)が付加されている。

【0110】

空間分割多重技術を採用することにより、各々の無線チャネルで同時に複数の独立した無線信号を伝送することができる。空間分割多重を行う通信装置の構成及び動作について、図24を参照しながら説明する。

なお、図24に示す通信装置においては、空間分割多重(SDM)と符号化C OFDM(Coded OFDM)とを組み合わせた構成になっている。

【0111】

図 24 に示す送信局 50 は、畳み込み符号化部 51, マッピング処理部 52, SDM-COFDM 用プリアンブル作成部 53, IFFT 処理部 54, 無線送信部 55 及びアンテナ 56 を備えている。また、畳み込み符号化部 51, マッピング処理部 52, IFFT 処理部 54, 無線送信部 55 及びアンテナ 56 はそれぞれ多重数に対応する数だけ備わっている。

【0112】

また、図 24 に示す受信局 60 は、アンテナ 61, 無線受信部 62, FFT 処理部 63, 伝達係数推定部 64, 混信補償処理部 65, 重み係数推定部 66, 乗算部 67, デマッピング処理部 68 及びビタビ復号器 69 を備えている。また、アンテナ 61, 無線受信部 62, FFT 処理部 63, 乗算部 67, デマッピング処理部 68 及びビタビ復号器 69 はそれぞれ多重数に対応する数だけ備わっている。

【0113】

例えば図 24 において、送信側のアンテナ 56 (1) から送信される無線信号は、受信側の 2 つのアンテナ 61 (1), 61 (2) でそれぞれ受信される。また、送信側のアンテナ 56 (2) から送信される無線信号は、受信側の 2 つのアンテナ 61 (1), 61 (2) でそれぞれ受信される。

送信側のアンテナ 56 (1) から出力される無線信号とアンテナ 56 (2) から出力される無線信号とは、互いに周波数などが同一の無線チャネルで送信される。

【0114】

従って、受信側のアンテナ 61 (1) は同一の無線チャネルで、送信側のアンテナ 56 (1) から送信された無線信号とアンテナ 56 (2) から送信された無線信号とを同時に受信する。また、受信側のアンテナ 61 (2) も同一の無線チャネルで、送信側のアンテナ 56 (1) から送信された無線信号とアンテナ 56 (2) から送信された無線信号とを同時に受信する。

【0115】

一般的な通信においては、同一の無線チャネルで複数の無線信号が同時に送信されるとそれらが互いに混信を発生することになり、いずれの無線信号も正しく受信することができない。

ところが、図 24 に示すように送信側の複数のアンテナ 56 (1), 56 (2) の間隔が十分に大きく、受信側の複数のアンテナ 61 (1), 61 (2) の間隔も十分に大きい場合には、アンテナ 56 (1) から送信されてアンテナ 61 (1) で受信される無線信号の伝搬経路とアンテナ 56 (2) から送信されてアンテナ 61 (1) で受信される無線信号の伝搬経路との間、並びにアンテナ 56 (1) から送信されてアンテナ 61 (2) で受信される無線信号の伝搬経路とアンテナ 56 (2) から送信されてアンテナ 61 (2) で受信される無線信号の伝搬経路との間には十分に大きな経路差が生じる。

【0116】

従って、送信側のアンテナ 56 (1) から送信されて受信側の各アンテナ 61 (1), 61 (2) に届く無線信号に関する伝達係数と、送信側のアンテナ 56 (2) から送信されて受信側の各アンテナ 61 (1), 61 (2) に届く無線信号に関する伝達係数との間には大きな違いが生じる。

そこで、同じ無線チャネルで同時に送信された複数の無線信号を、それらの間の伝達係数の違いに対応する受信側のデジタル信号処理によって互いに分離することが可能になる。このため、例えば図 24 に示すように送信側に 2 つのアンテナ 56 (1), 56 (2) を設ける場合には、1 つの無線チャネルに 2 つの独立した無線信号を多重化して送信することが可能になる。

【0117】

図 24 に示す例では、送信局 50 に設けられた 2 つの畳み込み符号化部 51 (1), 51 (2) のそれぞれの入力に、1 つの無線チャネルで多重化して送信する複数のデータパケット CH (1), CH (2) が入力される。各畳み込み符号化部 51 は、入力される送信信号に対して畳み込み符号化を行う。

図 24 に示す通信装置においては、データパケットとしてパケット単位で無線信号を伝送する。各々のデータパケットには、SDM-COFDM 用プリアンブル作成部 53 の作成した SDM-COFDM 用プリアンブルがマッピング処理部 52 で付加される。このプリアンブルは、受信側で伝達係数の推定に利用される。

【0118】

また、マッピング処理部 52 は変調方式に応じて複数のサブキャリアに対する信号のマッピングを行う。マッピング処理部 52 から出力された信号は、IFFT 処理部 54 で逆フーリエ変換処理を施され、周波数領域から時間領域の信号に変換された後、無線送信部 55 で変調され OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing: 直交周波数分割多重) の無線信号として何れかのアンテナ 56 から送信される。

【0119】

無線送信部 55 (1) が生成する無線信号と無線送信部 55 (2) が生成する無線信号とは同一の無線チャネルに割り当てられる。従って、送信信号 CH (1) から生成されアンテナ 56 (1) から送信される無線信号と送信信号 CH (2) から生成されアンテナ 56 (2) から送信される無線信号とは同時に同じ無線チャネルに送出される。

受信局 60 のアンテナ 61 (1) は送信側のアンテナ 56 (1) から送信された無線信号とアンテナ 56 (2) から送信された無線信号とをそれらが互いに干渉している状態で同時に同じ無線チャネルで受信する。また、アンテナ 61 (2) も送信側のアンテナ 56 (1) から送信された無線信号とアンテナ 56 (2) から送信された無線信号とを同時に同じ無線チャネルで受信する。

【0120】

アンテナ 61 (1) 及び無線受信部 62 (1) が受信する無線チャネルとアンテナ 61 (2) 及び無線受信部 62 (2) が受信する無線チャネルとは同一のチャネルであり、アンテナ 56 (1)、56 (2) から送信される無線信号のチャネルと同一である。

各々のアンテナ 61 (1)、61 (2) で受信された無線信号は、それぞれ無線受信部 62 (1)、62 (2) でベースバンド信号に変換され、サブキャリア毎に復調された後、FFT 処理部 63 (1)、63 (2) でフーリエ変換処理され、時間領域から周波数領域の信号に変換される。すなわち、サブキャリア毎に分離された信号が各 FFT 処理部 63 の出力に得られる。

【0121】

一方、伝達係数推定部 64 は受信したデータパケットに含まれている伝達係数推定用プリアンプルを用いて、アンテナ 56 (1) - アンテナ 61 (1) 間の伝達係数

と、アンテナ 56(2)－アンテナ 61(1)間の伝達係数と、アンテナ 56(1)－アンテナ 61(2)間の伝達係数と、アンテナ 56(2)－アンテナ 61(2)間の伝達係数とを求め、それらを含む伝達係数行列の逆行列を求める。

【0122】

混信補償処理部 65 は、伝達係数推定部 64 の求めた逆行列を用いて、各 FFT 処理部 63 の出力に得られる受信サブキャリア信号から、アンテナ 56(1)で送信された無線信号に対応する送信サブキャリア信号と、アンテナ 56(2)で送信された無線信号に対応する送信サブキャリア信号とを互いに分離して求める。

【0123】

図 24 の通信装置においては、混信補償処理部 65 における干渉補償により受信サブキャリア信号の信号振幅は一定になるので、軟判定ビタビ復号への尤度情報が一定になる。従って、軟判定ビタビ復号の誤り訂正効果を十分に利用しているとはいえない。

そこで、尤度情報を得るため、重み係数推定部 66 は多重された各信号の SNR に基づく振幅重み係数を伝達係数推定部 64 の推定した前記逆行列から推定する。

【0124】

各乗算部 67(1)、67(2)は、混信補償処理部 65 で干渉補償された各受信サブキャリア信号に、重み係数推定部 66 が求めた振幅重み係数を乗算する。

また、多重化された各無線信号から生成された各受信サブキャリア信号は、同期検波された後、変調方式に応じてデマッピング処理部 68 でマッピングの逆の処理を受け、復調出力としてビタビ復号器 69 に入力される。

【0125】

ビタビ復号器 69 は、軟判定ビタビ復号処理を行って受信信号の誤り訂正を行う。なお、図 24 に示す通信装置の具体的な動作原理については、非特許文献 2 に開示されている。

この形態では、本発明の実施に用いる各無線局が、各々の無線チャネルについて、図 24 に示すような送信局 50 の各構成要素及び受信局 60 の各構成要素を備えていることを想定している。

【0126】

そして、複数のデータパケットを空間分割多重処理して同一の無線チャネルで同時に送信する。これにより、スループットが改善される。

この形態の各無線局は、送信処理として図9に示すような動作を行う。図9に示す動作について以下に説明する。なお、図9において図1と対応する処理には同一の番号を付けて示してある。また、受信処理については第1の実施の形態と同様である。同じ部分については以下の説明を省略する。

【0127】

図9のステップS10Bでは、図1と同様に各送受信処理部10のキャリア検出部17を用いて空き無線チャネルを検索する。また、1つの無線チャネルに接続されているアンテナの数（＝空間分割多重数）を空きアンテナ数Nとして検出する。

パケットの送信が可能な空き状態のアンテナを検出した場合にはステップS12に進む。そして、送信バッファ21上の送信データの数で最大パケットサイズで割り算して得られた数をさらに切り上げて整数化した数（＝K）を求める。Kが1以上の場合にはステップS13に進む。

【0128】

ステップS17Bでは、送信するパケット数及び伝送速度に基づいてアンテナを選択し、ステップS16で生成した送信対象のデータパケットとそれぞれ1対1に対応付ける。

この形態では、アンテナ毎に伝送速度を独立に決定でき、各々のアンテナに割り当てられた伝送速度がアンテナ毎に伝送速度選択部32から出力される場合を想定している。

【0129】

ステップS18Bでは、同時に使用する全てのアンテナについて、各々のアンテナに割り当てられた伝送速度を伝送速度選択部32から読み込み、それらの中の最小値を共通伝送速度として決定する。

ステップS19Bでは、使用する無線チャネルの選択された各アンテナに対応する変調器11に前記共通伝送速度を与える。

【0130】

ステップS23Bでは、アンテナ毎にステップS22又はS19Bで決定された伝送速度又は共通伝送速度で送信対象のデータパケットを変調する。

従って、無線チャンネルあたり2つのアンテナを備えて、同一の無線チャンネルに2つの信号を空間分割多重する場合には、2つのアンテナを同時に使用して2つのデータパケットを並列送信することができる。

【0131】

図9に示した送信処理では、各時点で1つの無線チャンネルだけを使用してデータパケットを送信する場合を想定している。しかし、図2に示すように各無線局が複数の送受信処理部10を備えている場合には、第1の実施の形態と同様に同時に複数の無線チャンネルを使用することができる。

すなわち、第1の実施の形態の技術に上述の空間分割多重を組み合わせることが考えられる。その場合、前述の図1、図5、図6及び図7に示す送信処理は、それぞれ図10、図11、図12及び図13のように変更すればよい。なお、図10～図13において図1、図5、図6、図7と対応する処理は同一の番号を付けて示してある。同一の部分については以下の説明を省略する。

【0132】

図10のステップS10Cでは、空き状態の無線チャンネルを検索し、空き総チャンネル数をNとする。総チャンネル数は無線チャンネル数とチャンネルあたりのアンテナ数との積で表される。つまり、空き状態の総チャンネル数と等しい数のデータパケットを同時に送信することが可能である。

ステップS17Cでは、送信に使用する各無線チャンネルに含まれるアンテナ毎に、送信対象のデータパケットを1つずつ対応付ける。

【0133】

ステップS18Cでは、送信に使用する全ての空き無線チャンネルについてアンテナ毎に保持された伝送速度を伝送速度選択部32から読み込み、それらの中の最小値を共通伝送速度として決定する。

ステップS19Cでは、同時に使用する全ての無線チャンネルの各々のアンテナに対応付けられた全ての変調器11に対して、伝送速度として共通伝送速度を与

える。

【0134】

ステップS23Cでは、同時に使用する全ての無線チャネルの全てのアンテナについて、それぞれステップS22で決定された伝送速度又はS19Cで決定された共通伝送速度で全てのデータパケットを変調処理する。

図11～図13に示す送信処理についても図10の場合と同様である。

【0135】

(第3の実施の形態)

本発明の無線パケット通信方法のもう1つの実施の形態について、図14～図17を参照して説明する。

図14は送信処理(11)を示すフローチャートである。図15は送信処理(12)を示すフローチャートである。図16は送信処理(13)を示すフローチャートである。図17は送信処理(14)を示すフローチャートである。

【0136】

この形態は、第2の実施の形態の変形例であり、図10～図13に示す送信処理の内容がそれぞれ図14～図17に示すように変更されている。それ以外は第2の実施の形態と同様である。図14～図17において、図10～図13と対応する処理には同一の番号を付けて示してある。同一の部分については以下の説明を省略する。

【0137】

図14～図17においては、何れもステップS12の後にステップS51が追加されている。それ以外の変更はない。

ステップS51では、アンテナ数の判定を行い、空き総チャネル数をNとする。実際には、アンテナ毎に検出した伝搬係数によりアンテナ間の相関を求め、その相関を予め定めた閾値と比較することにより、相関の小さいアンテナの数、すなわち1チャネルあたり重畳可能な信号数(空間分割多重数)を求める。通常は重畳可能な信号数とアンテナ数とが等しくなる。

【0138】

(第4の実施の形態)

本発明の無線パケット通信方法のもう1つの実施の形態について、図18を参照して説明する。図18は送信処理(15)を示すフローチャートである。

この形態は、第2の実施の形態の変形例であり、図10に示す送信処理の内容が図18に示すように変更されている。それ以外は第2の実施の形態と同様である。図18において、図10と対応する処理は同一の番号を付けて示してある。同一の部分については以下の説明を省略する。

【0139】

大きな違いはステップS52を追加した点である。すなわち、複数のデータパケットを並列送信するために、同時に複数の無線チャネルを用いる方法と、複数の信号の多重伝送が可能な複数の伝送路(MIMO: Multi Input Multi Output)を1つの無線チャネル上に空間分割多重で確保する方法とが考えられる。

しかし、どちらを用いるのが望ましいかはそのときの様々な状況に応じて変化する可能性がある。そこで、この形態では送信バッファ21上のパケット数や伝搬環境などを考慮してステップS52で自動的にモードを切り替える。

【0140】

そして、ステップS52におけるモード選択の結果に応じて、これ以降の各ステップS16D, S17D, S18D, S19D, S22D, S23Dでは、複数のデータパケットを同時に送信するために、複数の無線チャネルを同時に使用するか又は複数のアンテナを同時に使用して空間分割多重する。

これ以外については第2の実施の形態と同様である。

【0141】

なお、以上に説明した各々の実施の形態及び変形例については、可能な範囲内でそれらを組み合わせて実施することもできる。

【0142】

【発明の効果】

以上のように、本発明によれば複数のデータパケットを同時に送信することにより、スループットを改善できる。しかも、同時に送信する複数のデータパケットは長さが同一であり、しかも各無線チャネルの伝送速度は共通の伝送速度に統一されるため、無線チャネル間で送信電力の漏洩が発生する場合であっても、そ

の影響を受けることなく送達確認信号を確実に受信することができる。従って、実効スループットが改善される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

送信処理 (1) を示すフローチャートである。

【図 2】

第 1 の実施の形態の無線局の構成を示すブロック図である。

【図 3】

受信処理を示すフローチャートである。

【図 4】

パケットの構成を示す模式図である。

【図 5】

送信処理 (2) を示すフローチャートである。

【図 6】

送信処理 (3) を示すフローチャートである。

【図 7】

送信処理 (4) を示すフローチャートである。

【図 8】

送信処理 (5) を示すフローチャートである。

【図 9】

送信処理 (6) を示すフローチャートである。

【図 10】

送信処理 (7) を示すフローチャートである。

【図 11】

送信処理 (8) を示すフローチャートである。

【図 12】

送信処理 (9) を示すフローチャートである。

【図 13】

送信処理 (10) を示すフローチャートである。

【図 14】

送信処理 (11) を示すフローチャートである。

【図 15】

送信処理 (12) を示すフローチャートである。

【図 16】

送信処理 (13) を示すフローチャートである。

【図 17】

送信処理 (14) を示すフローチャートである。

【図 18】

送信処理 (15) を示すフローチャートである。

【図 19】

各無線チャネルの利用例を示すタイムチャートである。

【図 20】

各無線チャネルの利用例を示すタイムチャートである。

【図 21】

各無線チャネルの利用例を示すタイムチャートである。

【図 22】

各無線チャネルの利用例を示すタイムチャートである。

【図 23】

各無線チャネルの利用例を示すタイムチャートである。

【図 24】

空間分割多重を行う通信装置の構成例を示すブロック図である。

【図 25】

各無線チャネルの利用例を示すタイムチャートである。

【図 26】

従来例の無線局の構成を示すブロック図である。

【図 27】

送信処理 (16) を示すフローチャートである。

【符号の説明】

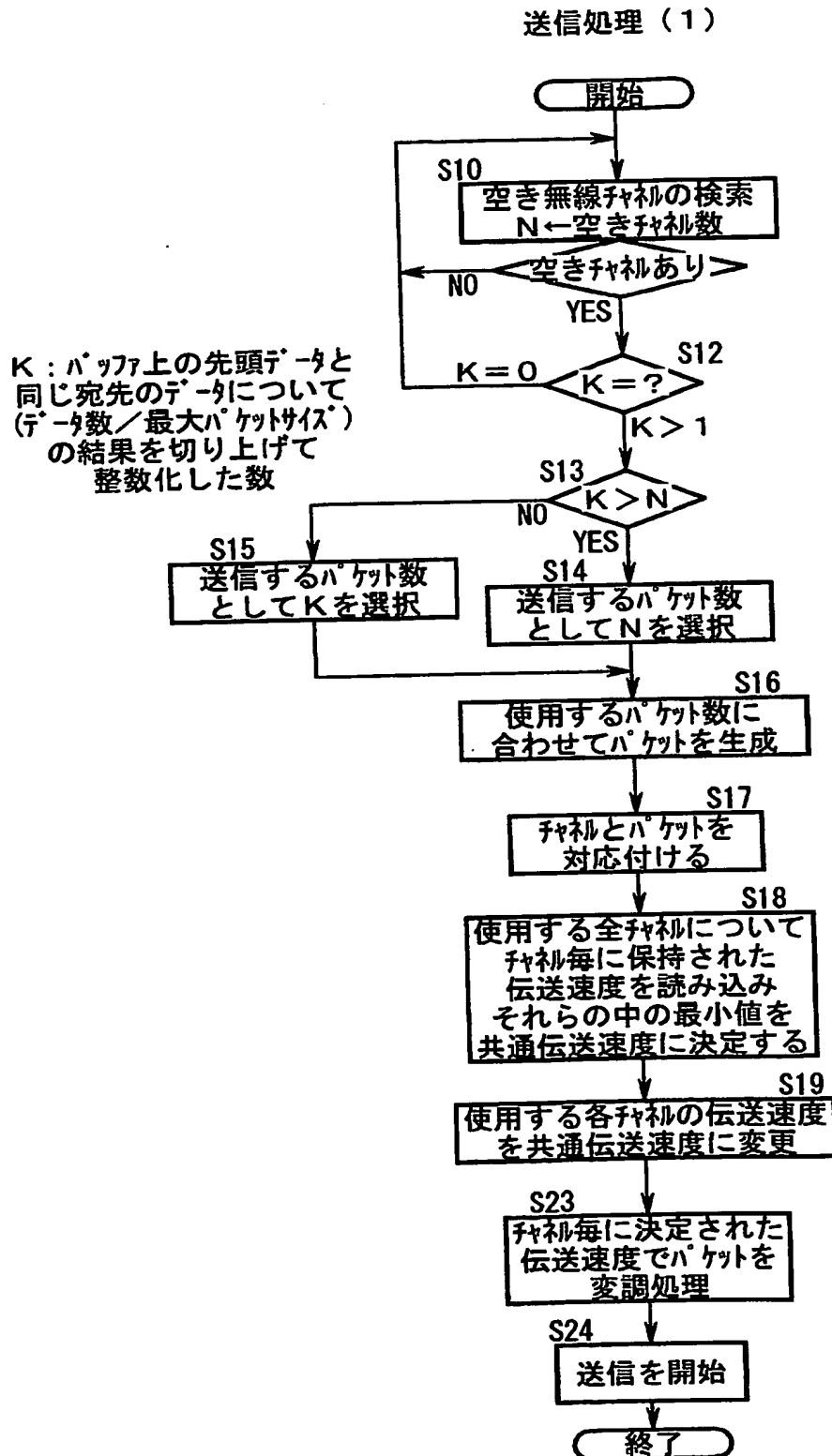
- 1 0 送受信処理部
- 1 1 変調器
- 1 2 無線送信部
- 1 3 アンテナ
- 1 4 無線受信部
- 1 5 復調器
- 1 6 パケット選択部
- 1 7 キャリア検出部
- 1 8 送信状態保持部
- 1 9 A c k パケット生成部
- 2 1 送信バッファ
- 2 2 パケット生成部
- 2 3 送信チャネル選択制御部
- 2 4 パケット振り分け送信制御部
- 2 5 パケット順序管理部
- 2 6 ヘッダ除去部
- 3 0 共通伝送速度選択部
- 3 1 空きチャネル判定部
- 3 2 伝送速度選択部
- 5 0 送信局
- 5 1 畳み込み符号化部
- 5 2 マッピング処理部
- 5 3 S D M - C O F D M 用 プリ アンプ ル 作成 部
- 5 4 I F F T 処理 部
- 5 5 無線送信部
- 5 6 アンテナ
- 6 0 受信局
- 6 1 アンテナ
- 6 2 無線受信部

- 6 3 F F T 処理部
- 6 4 伝達係数推定部
- 6 5 混信補償処理部
- 6 6 重み係数推定部
- 6 7 乗算器
- 6 8 デマッピング処理部
- 6 9 ビタビ復号器

【書類名】

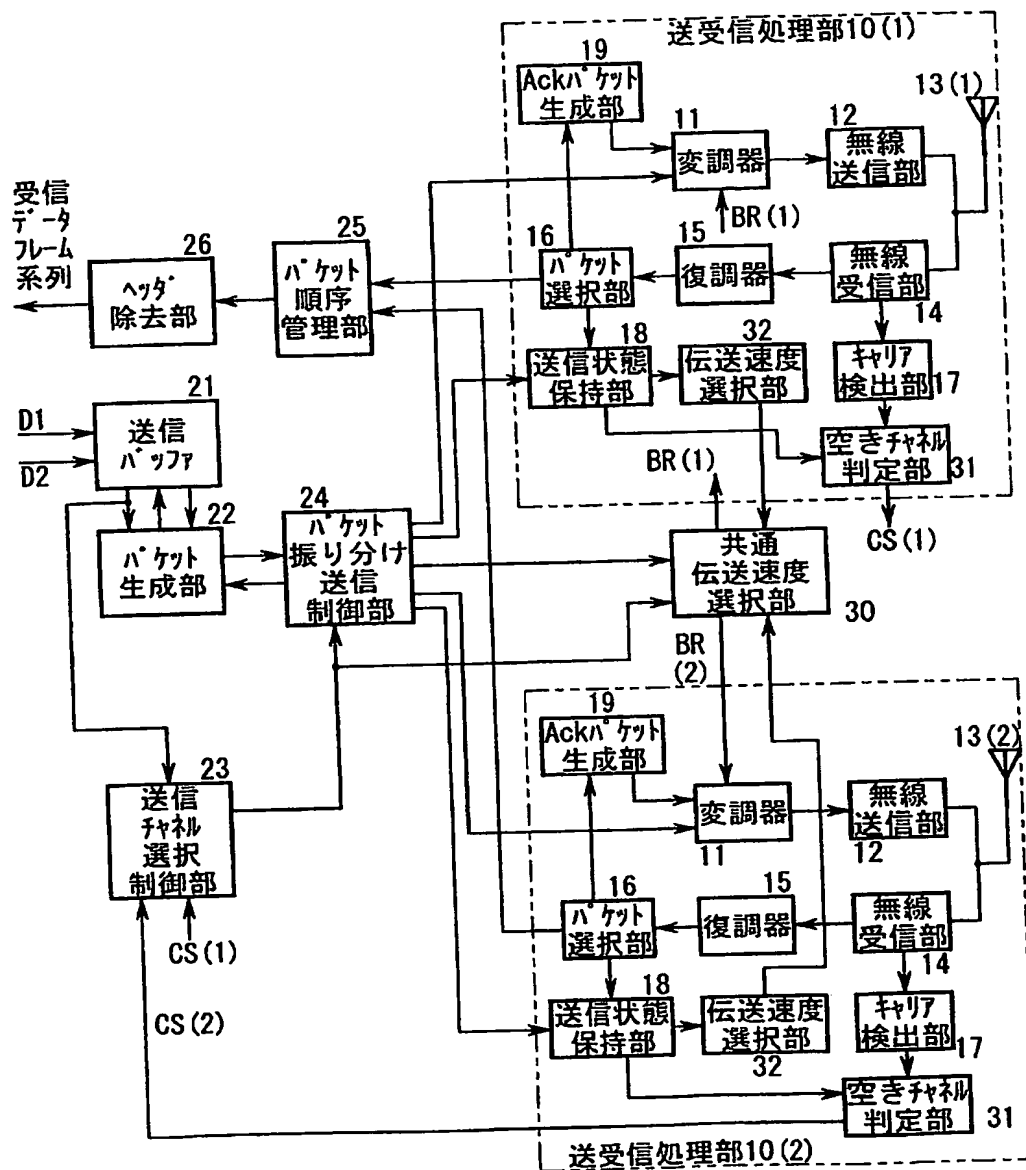
図面

【図 1】



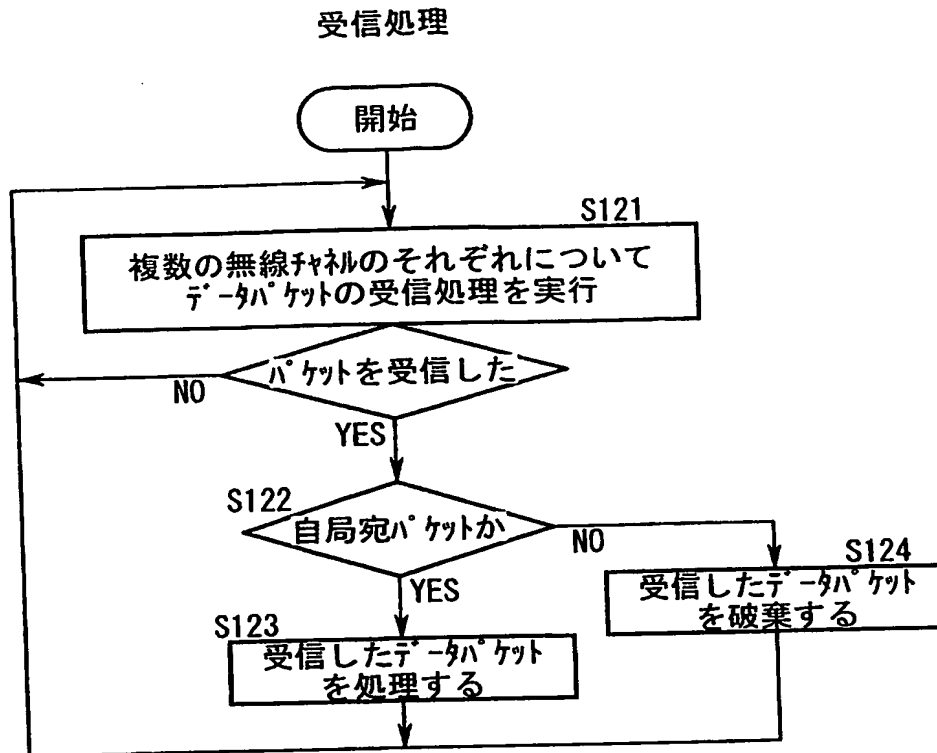
【図 2】

第 1 の実施の形態の無線局の構成

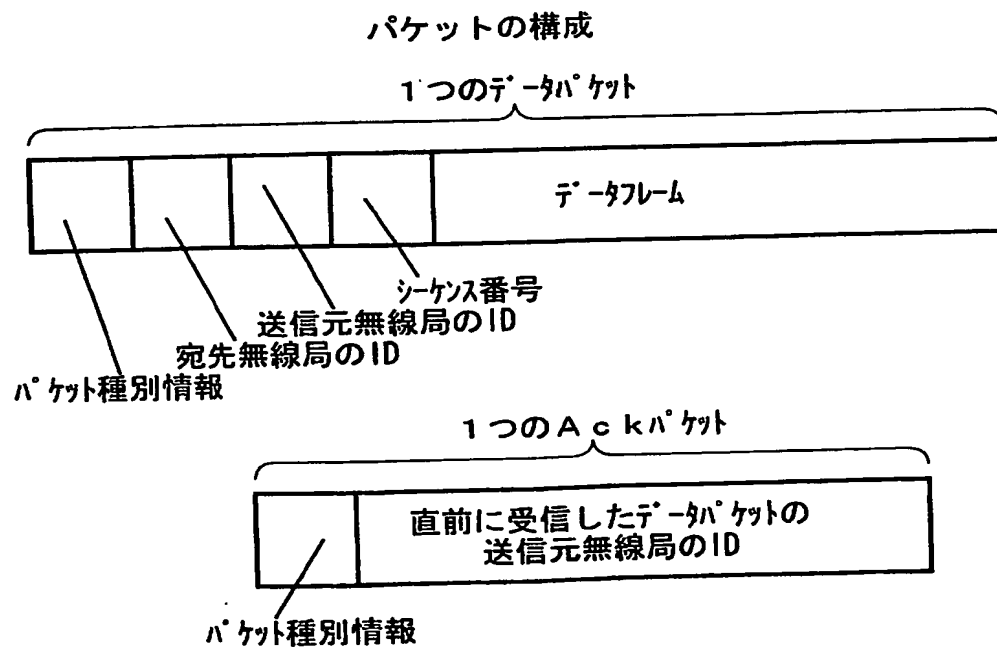


D1:送信フォーマット系列
D2:宛先無線局のID情報

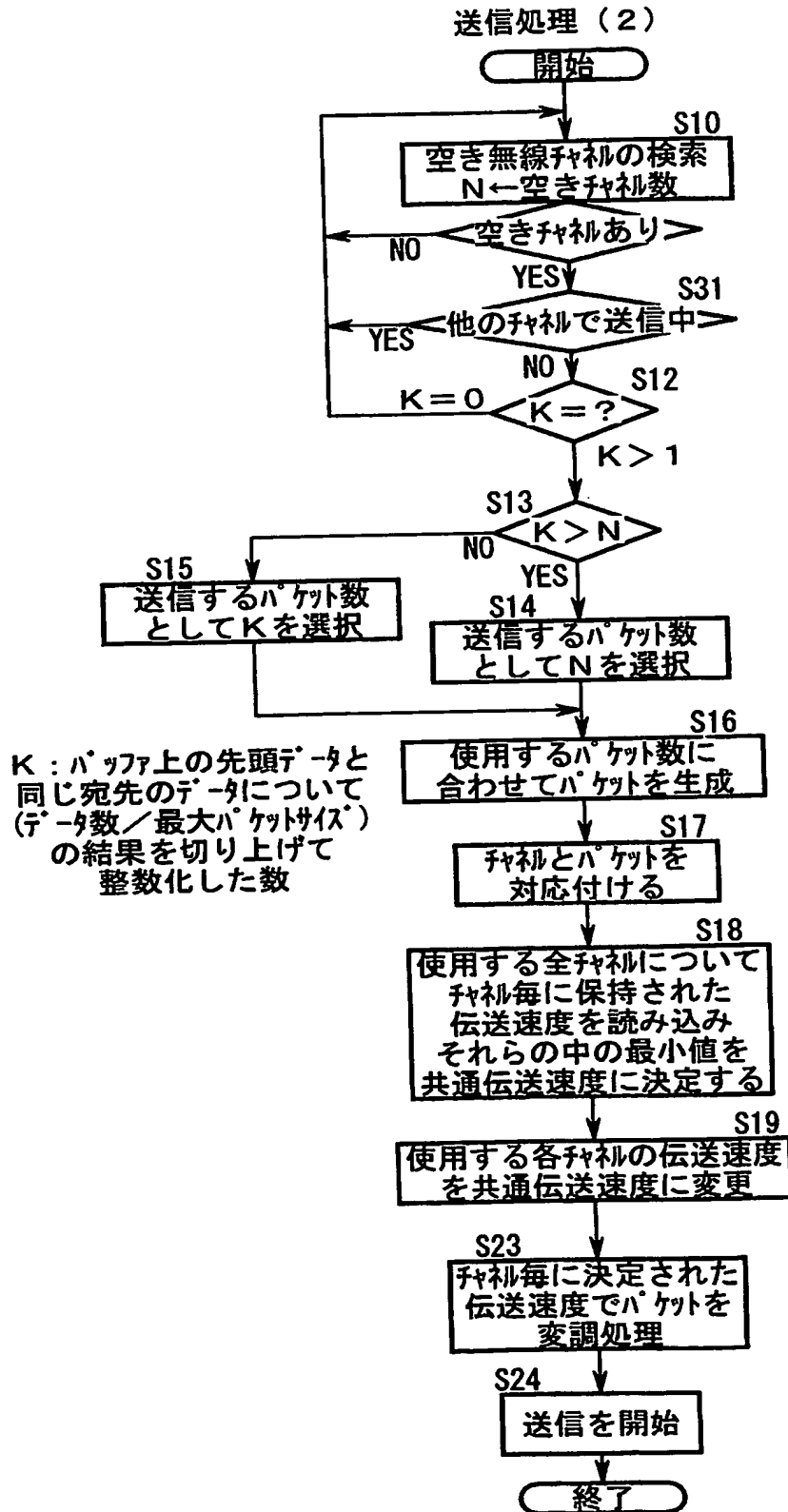
【図 3】



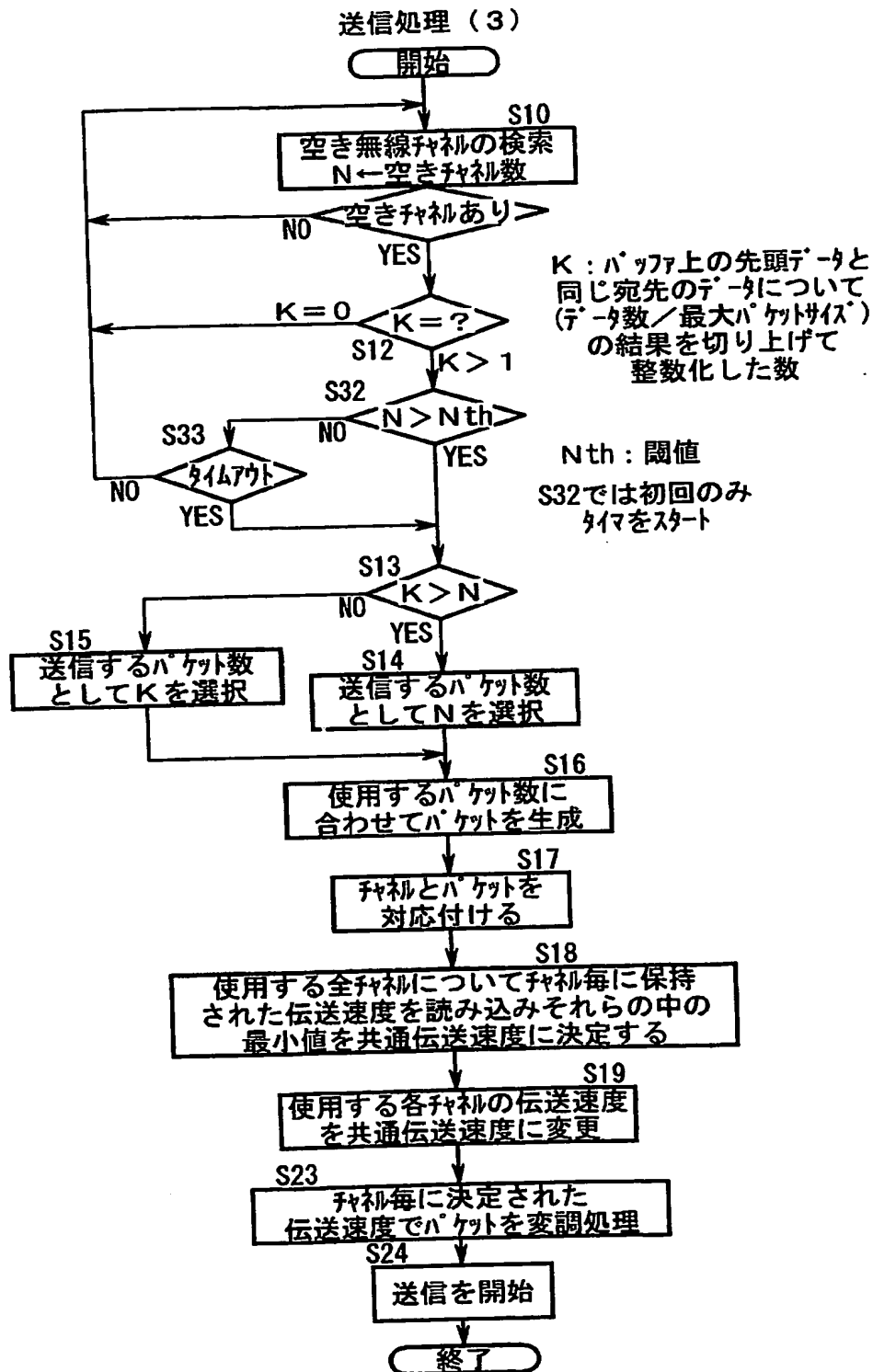
【図 4】



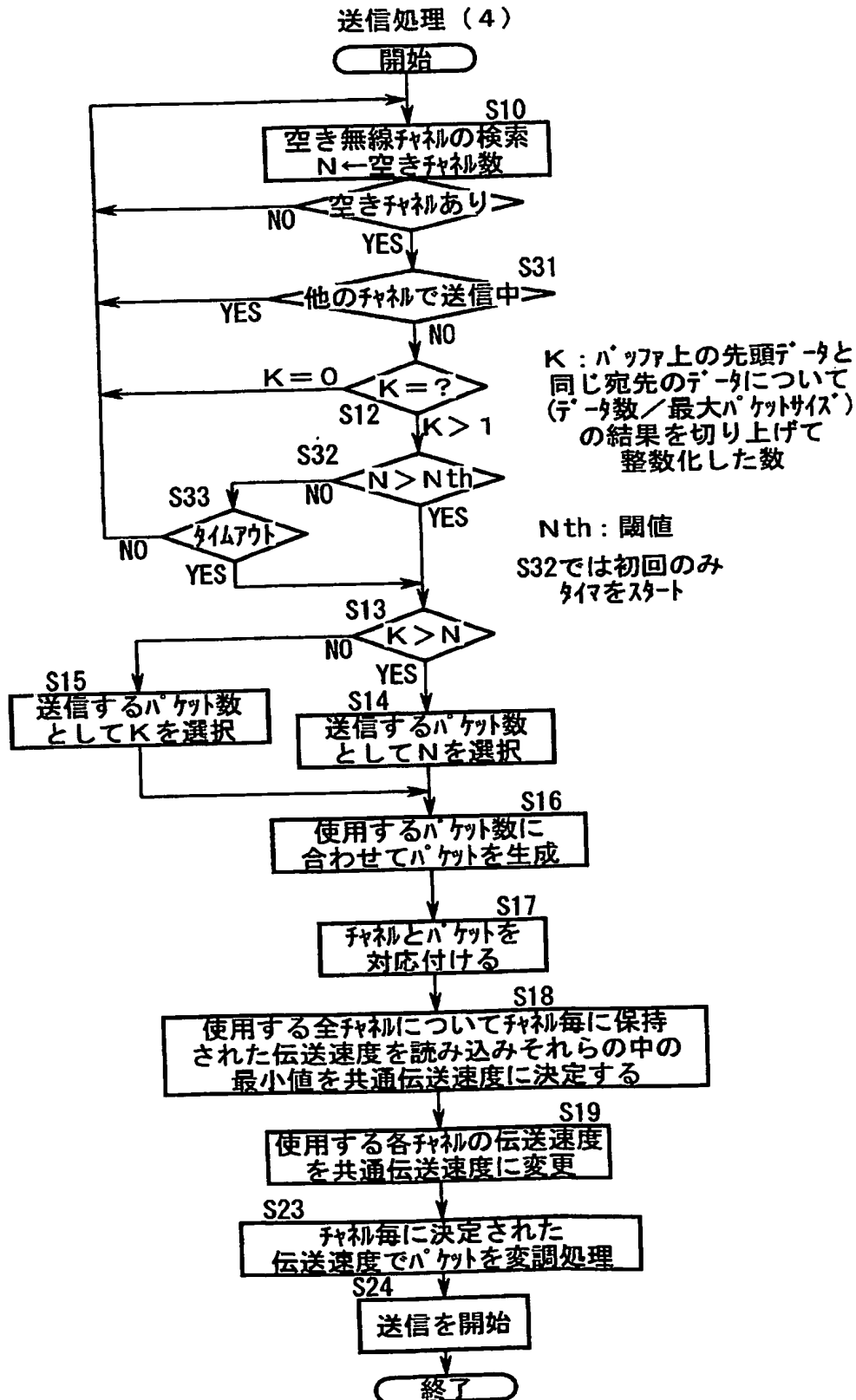
【図 5】



【図 6】

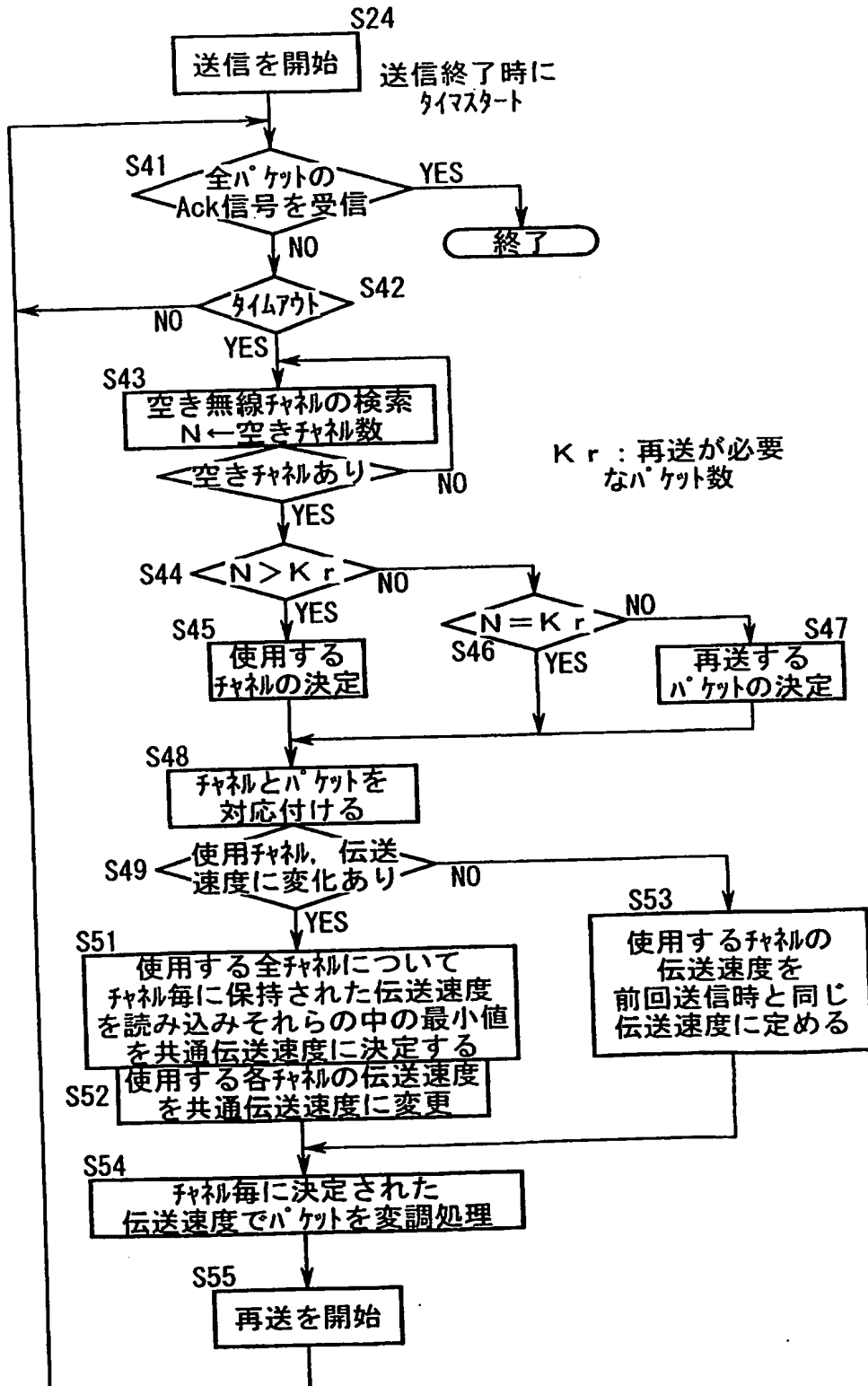


【図 7】

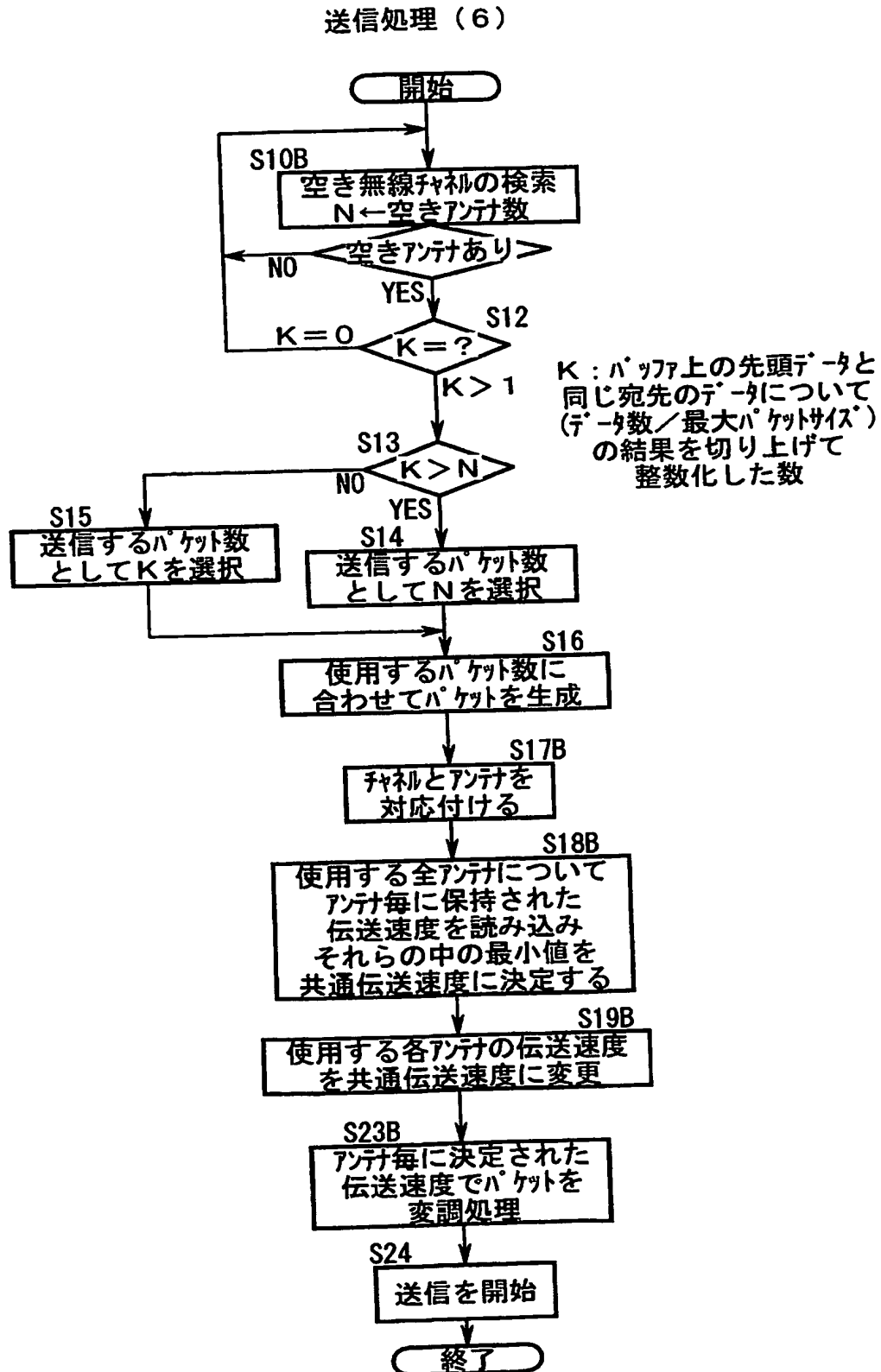


【図 8】

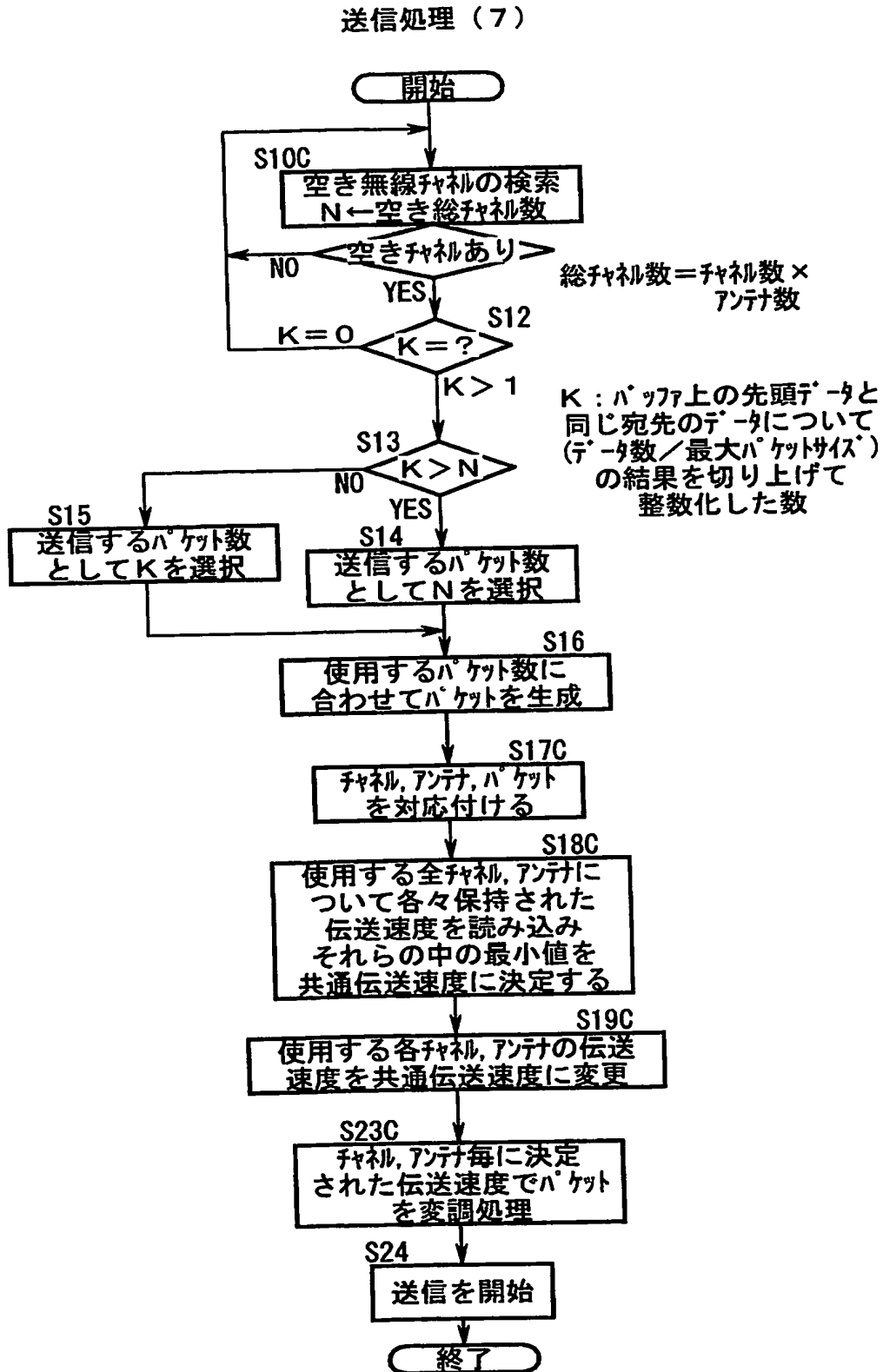
送信処理 (5)



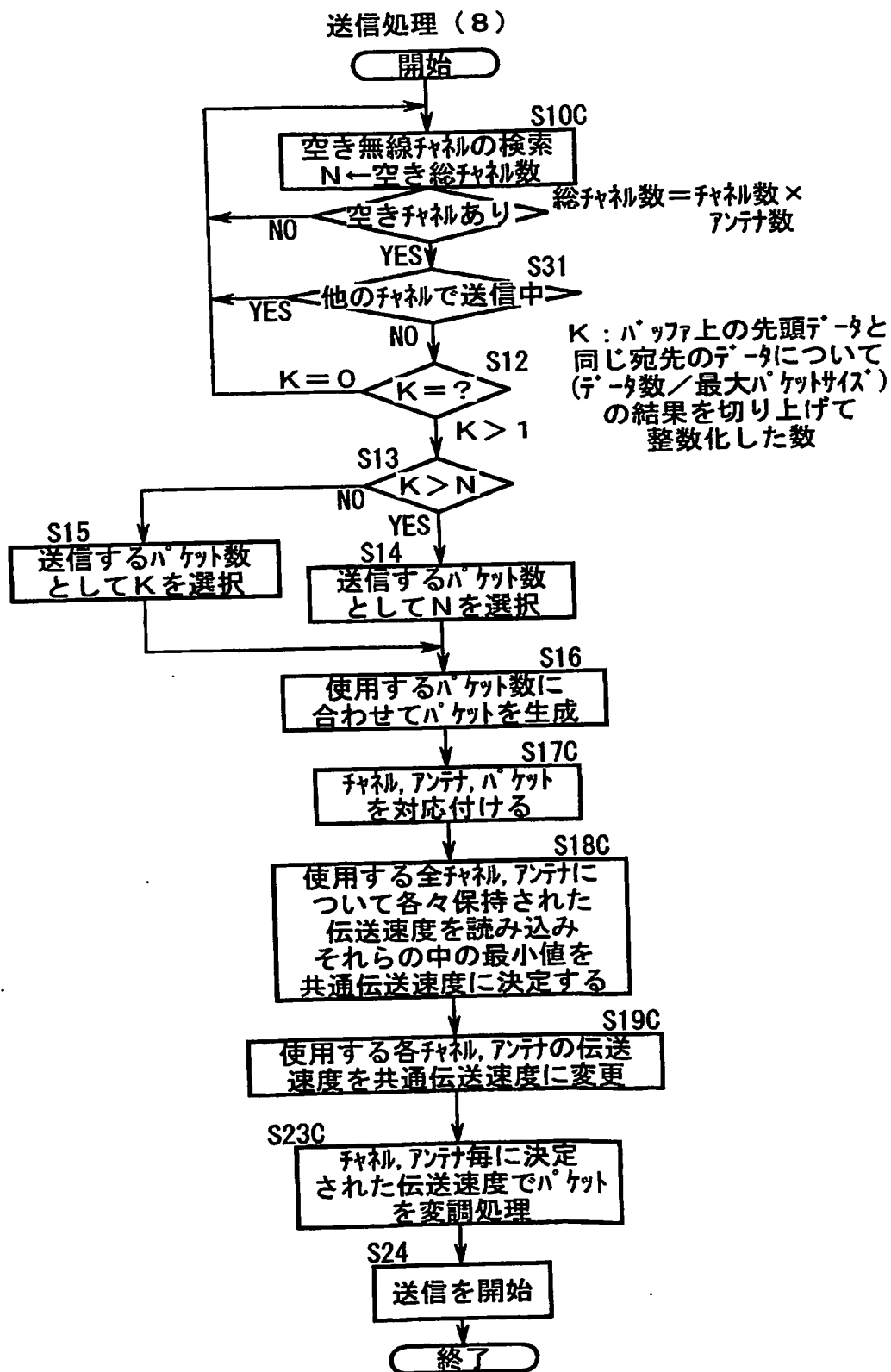
【図 9】



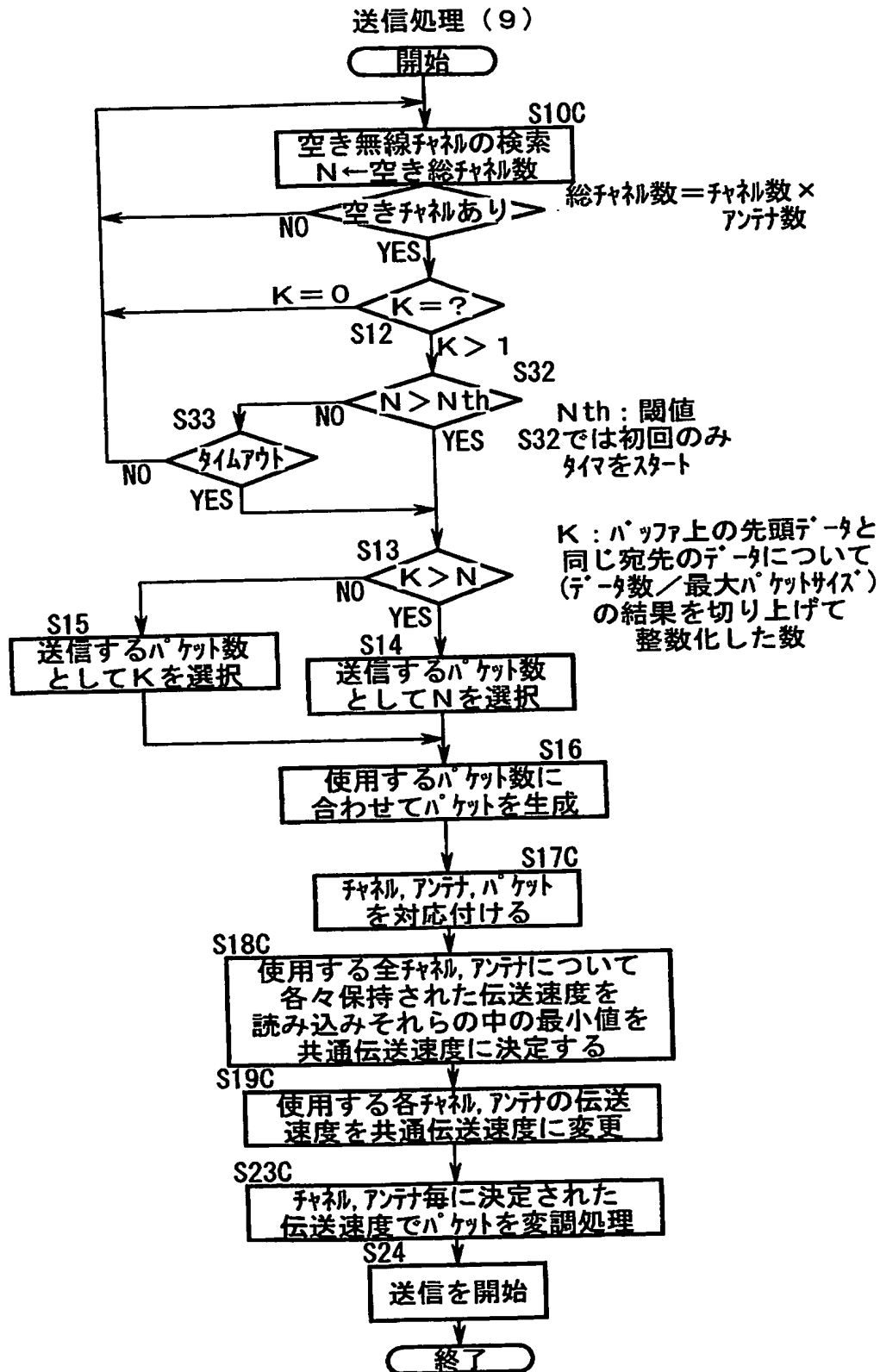
【図 10】



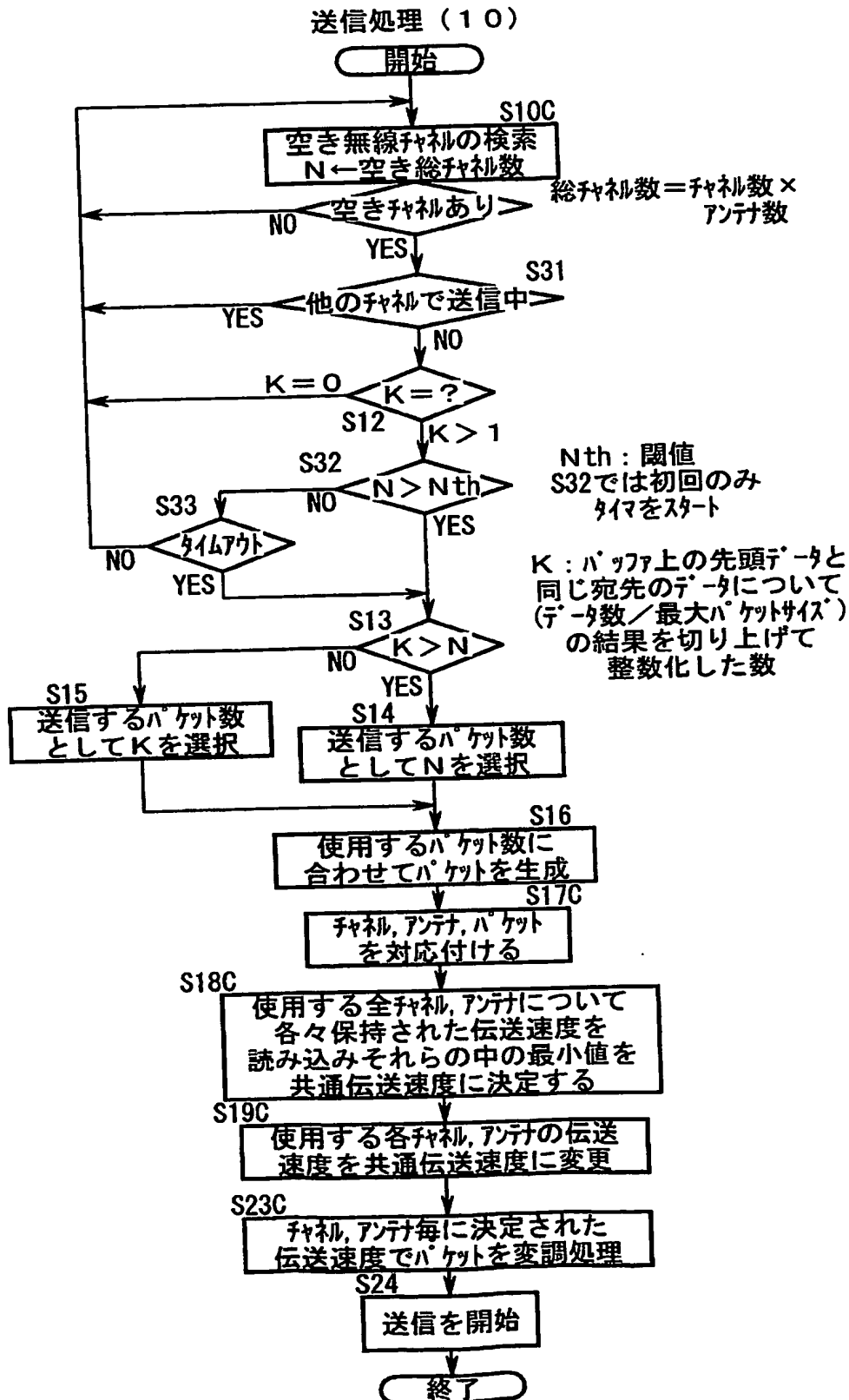
【図 11】



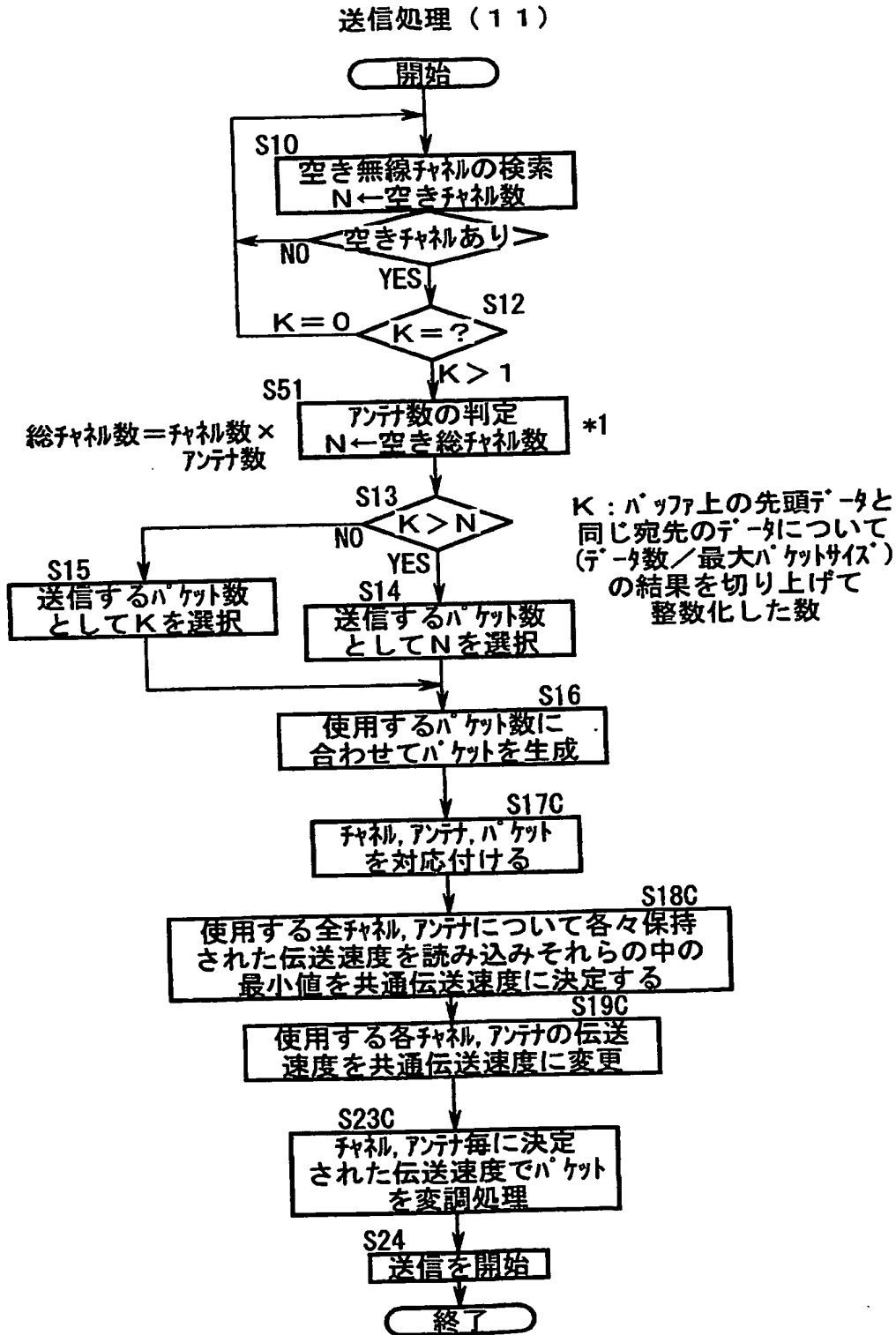
【図 1.2】



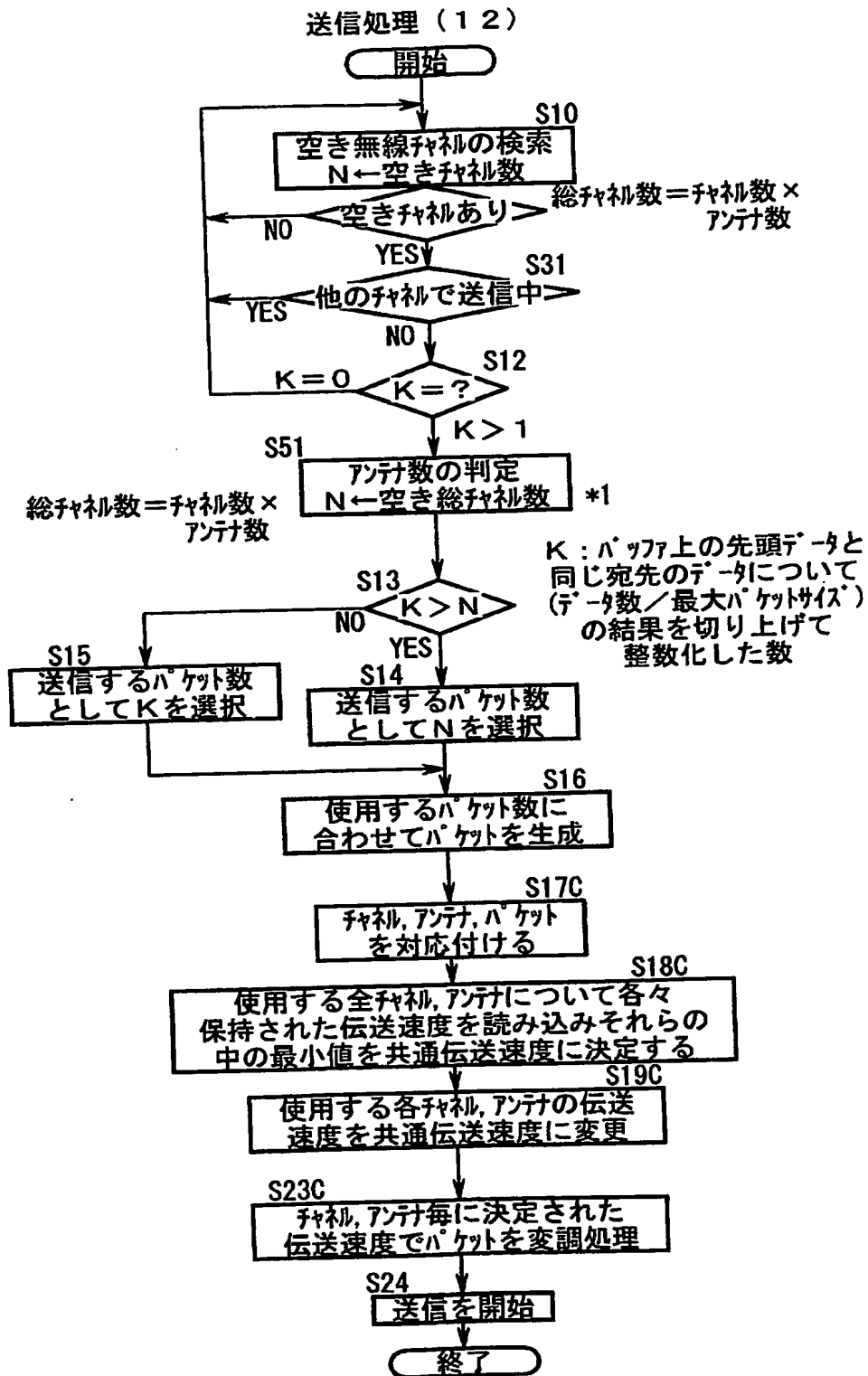
【図 13】



【図 14】

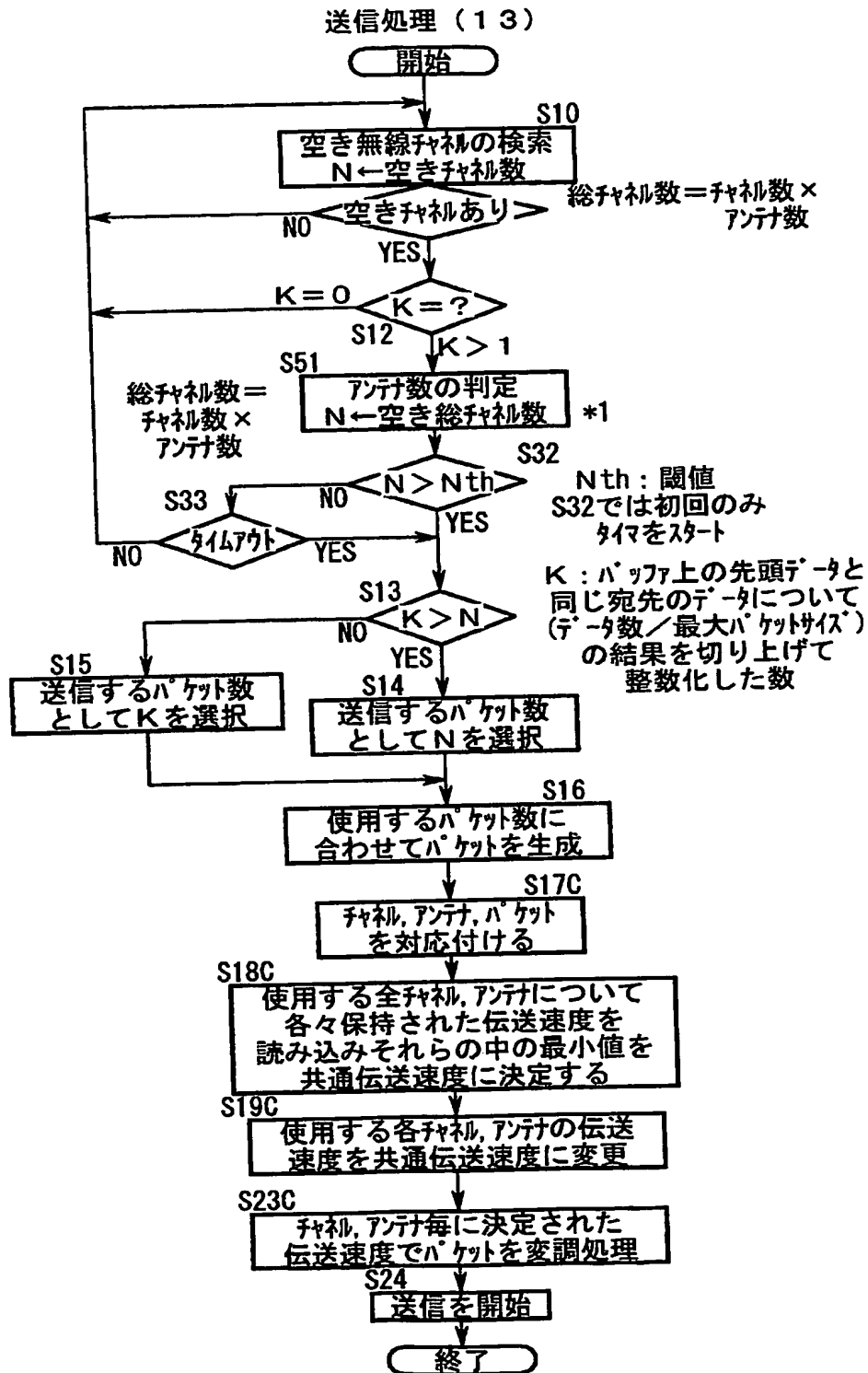


【図15】

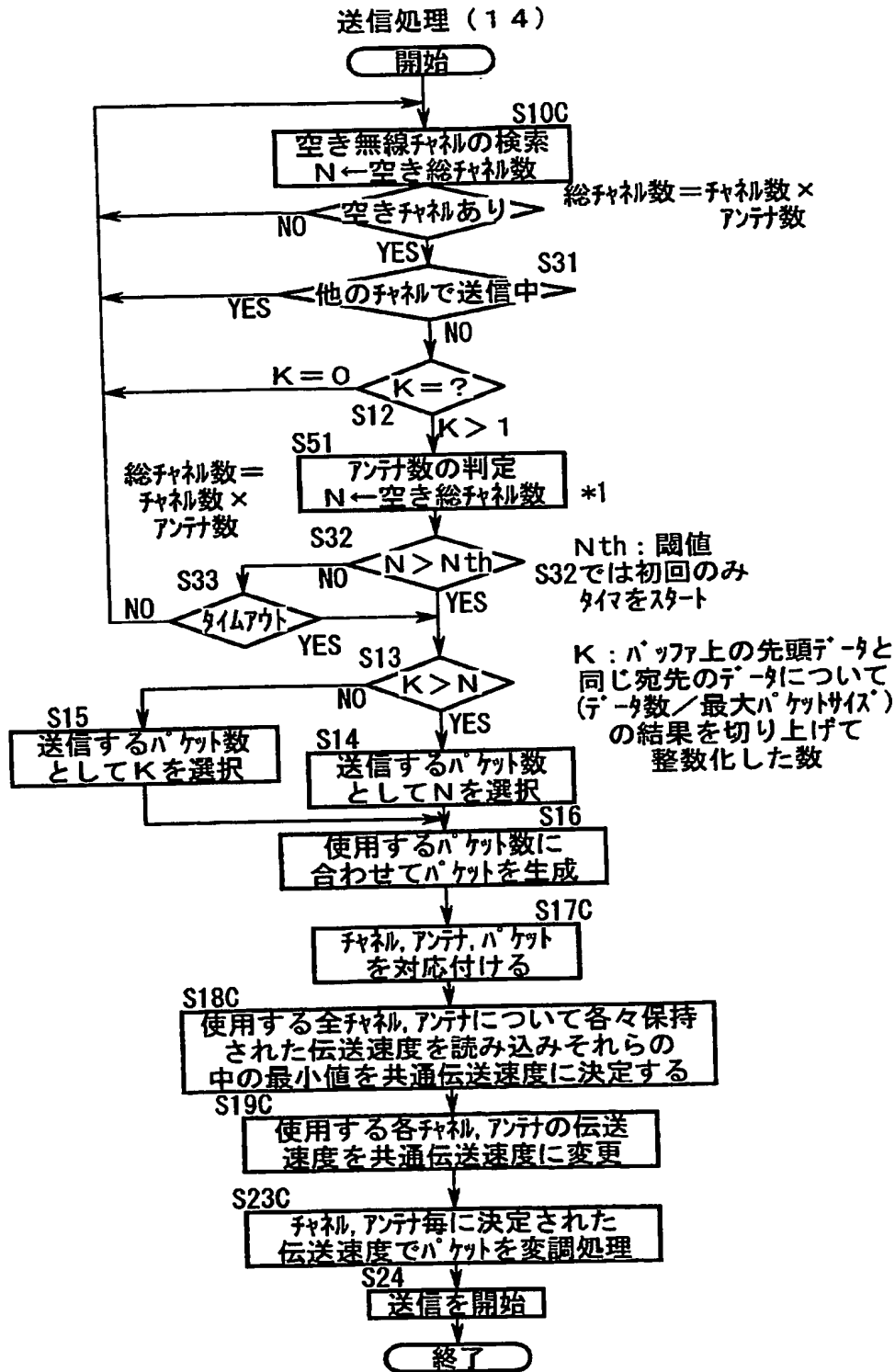


*1: 伝搬係数より求めたアンテナ相関を閾値で判定し1チャネルに重畳可能な信号数を求める。
この信号数とアンテナ数は等しい。

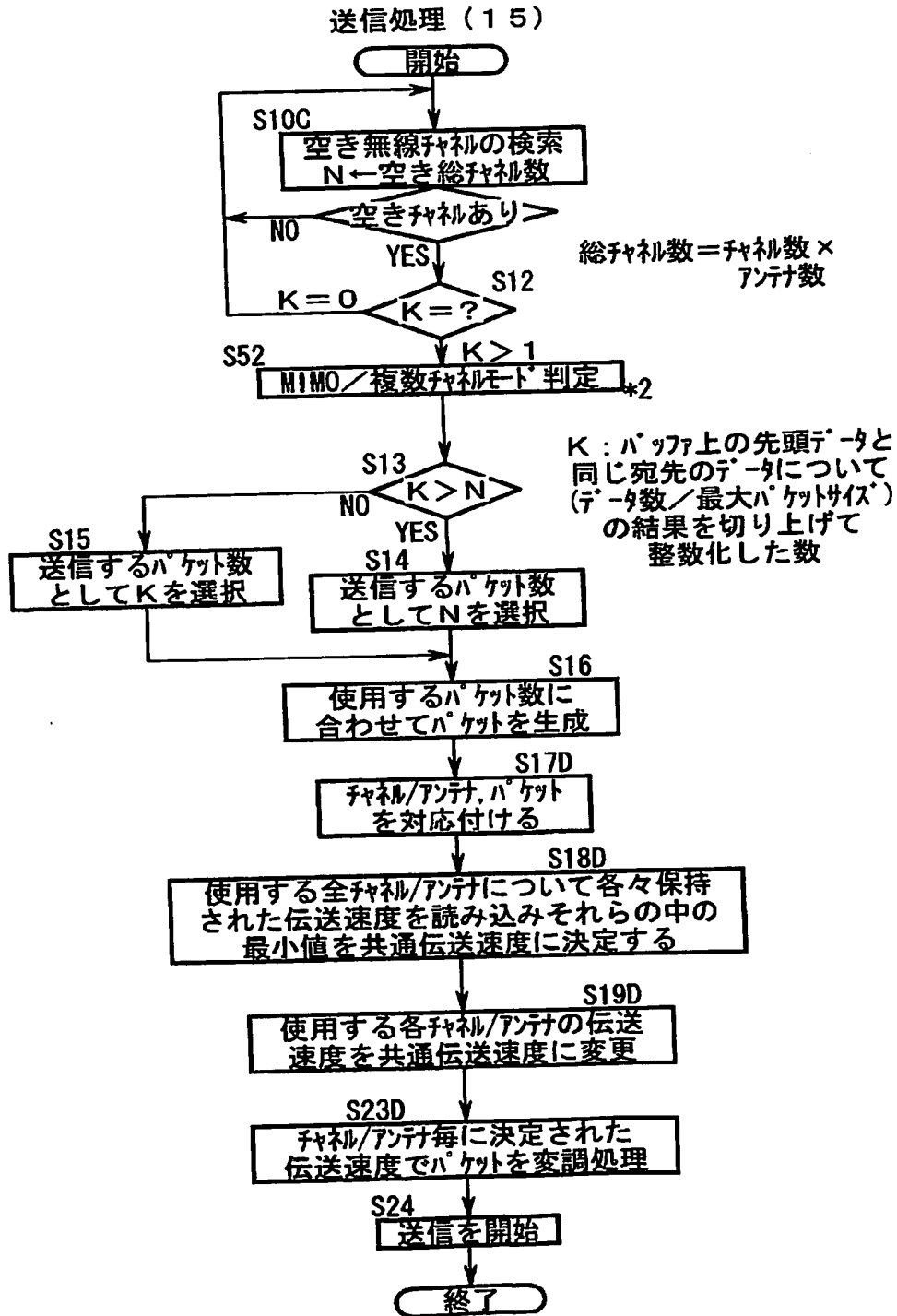
【図 16】



【図 17】



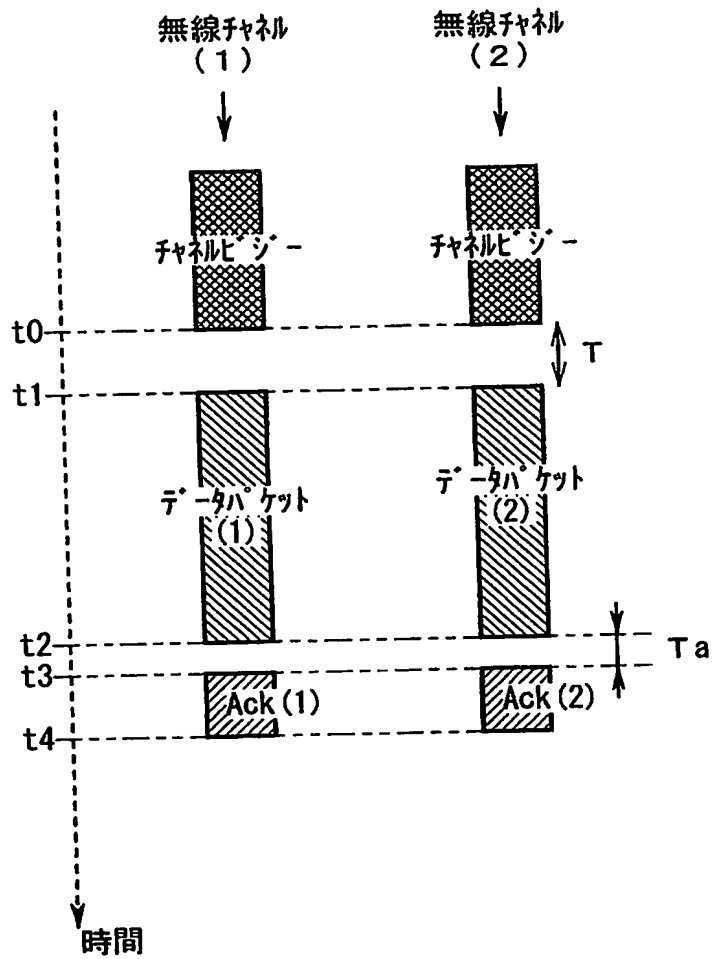
【図 18】



*2: 複数パケットを同時送信するために MIMOチャネルを用いるか複数チャネルを用いるかを自動的に選択。
 選択の条件: バッファ内パケット数、伝搬環境など

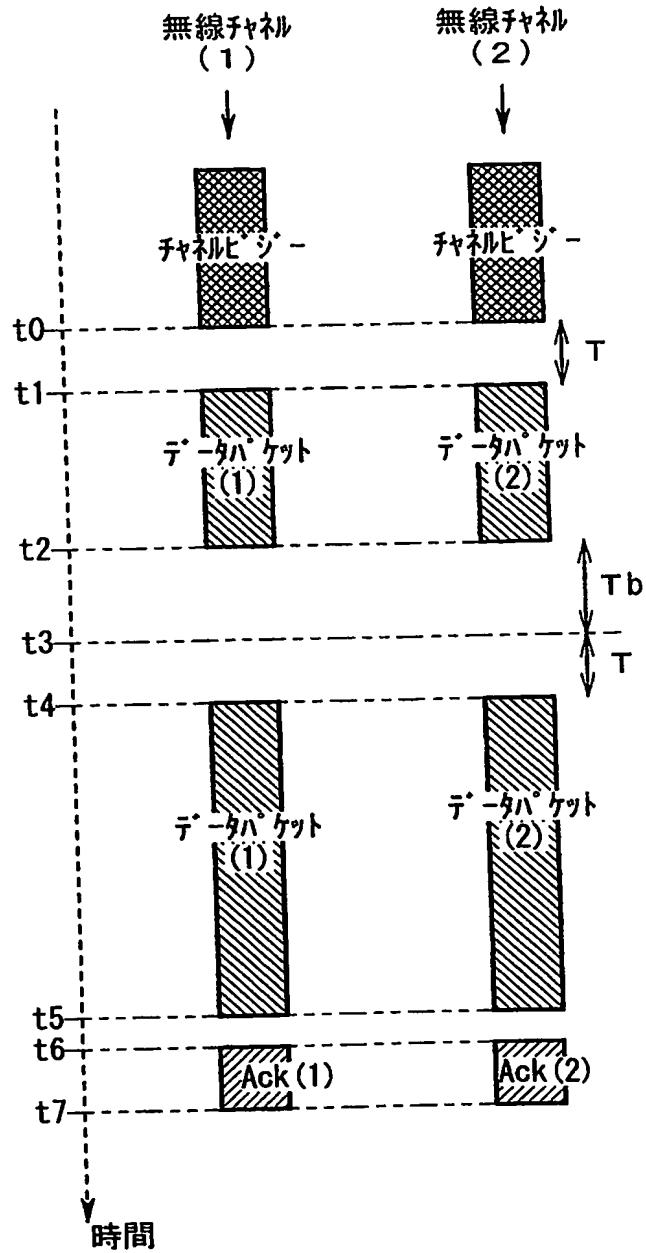
【図 19】

各無線チャネルの利用例



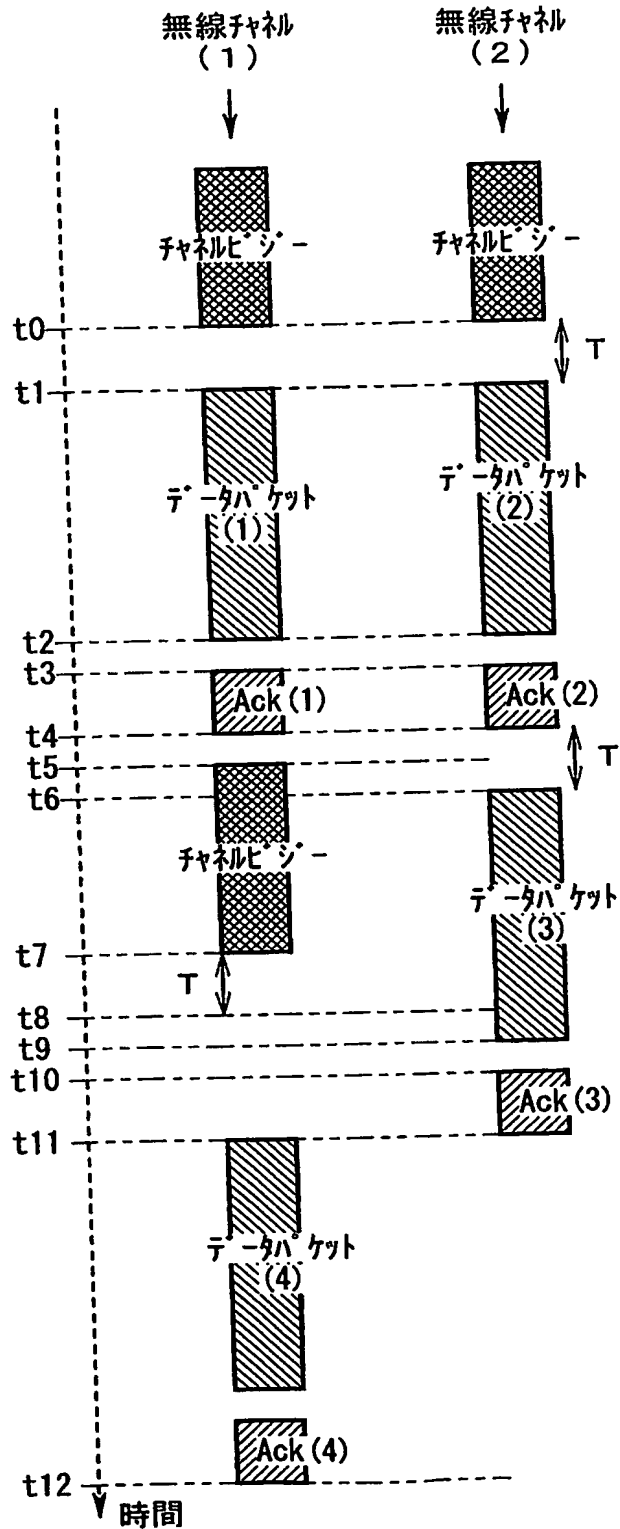
【図 20】

各無線チャネルの利用例

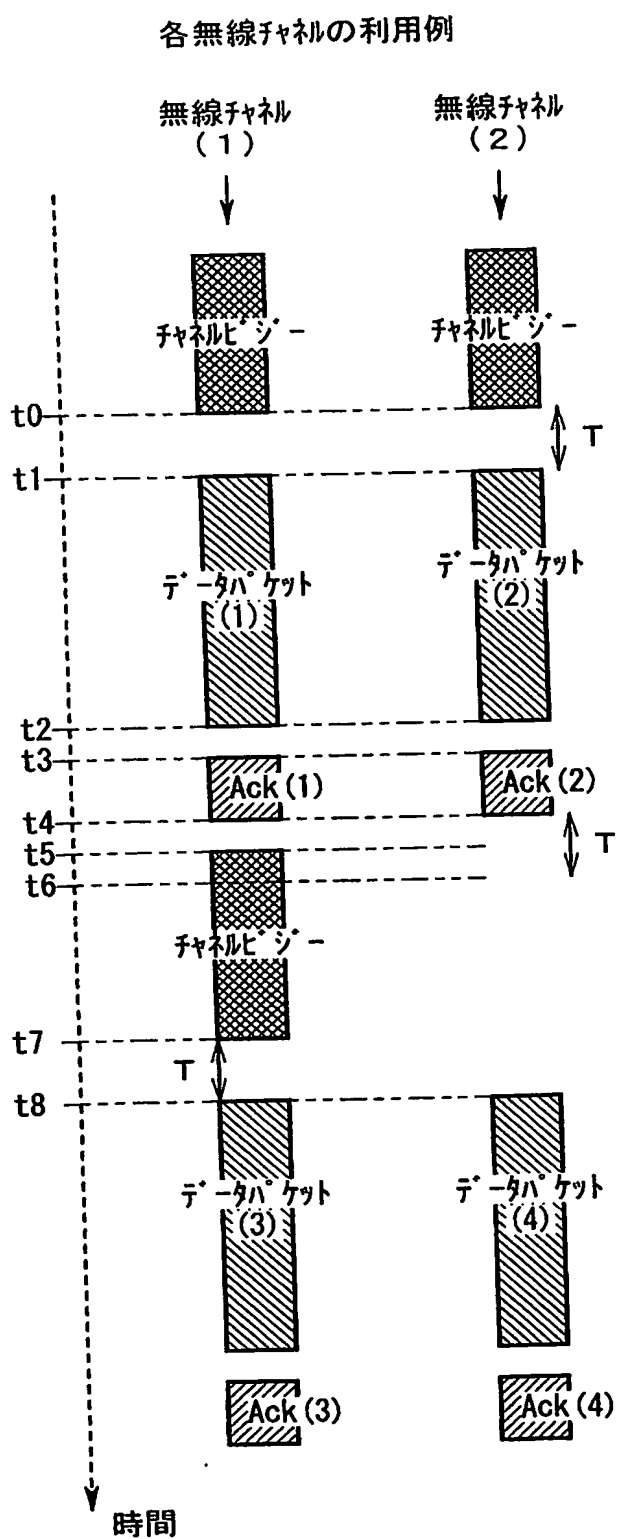


【図 21】

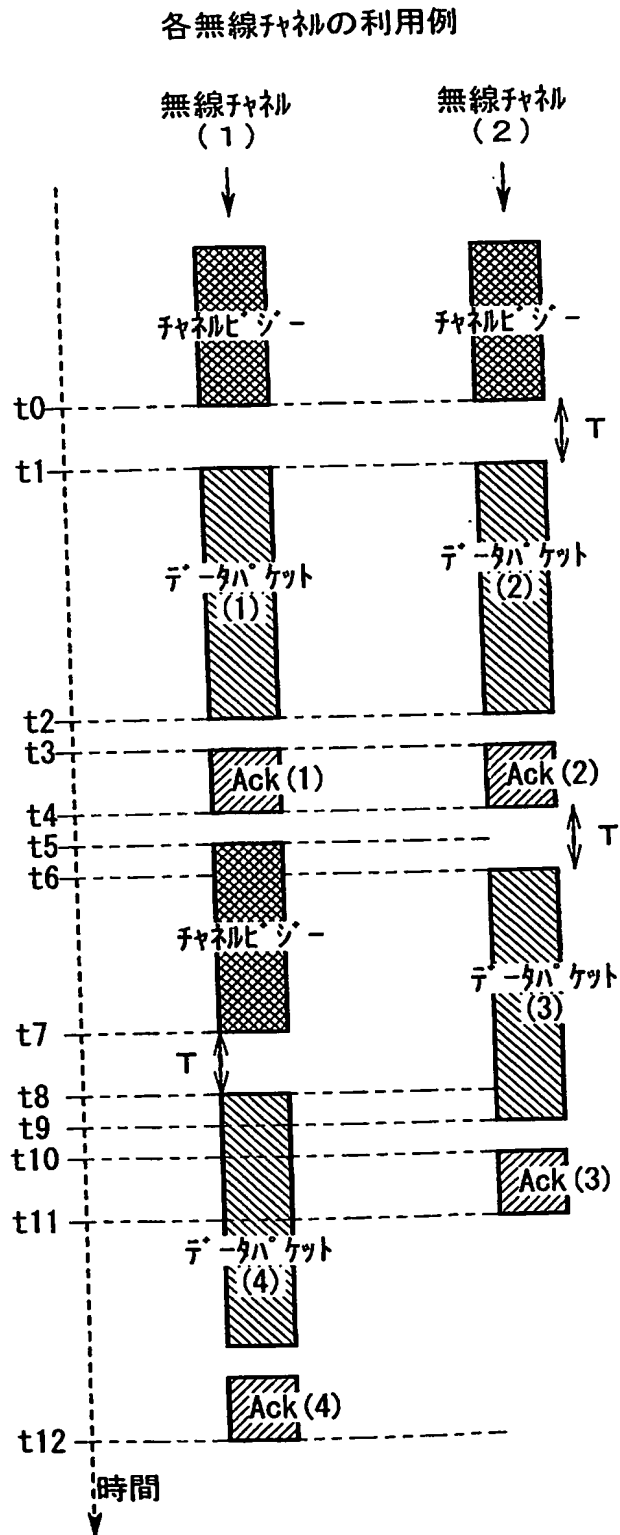
各無線チャネルの利用例



【図 22】

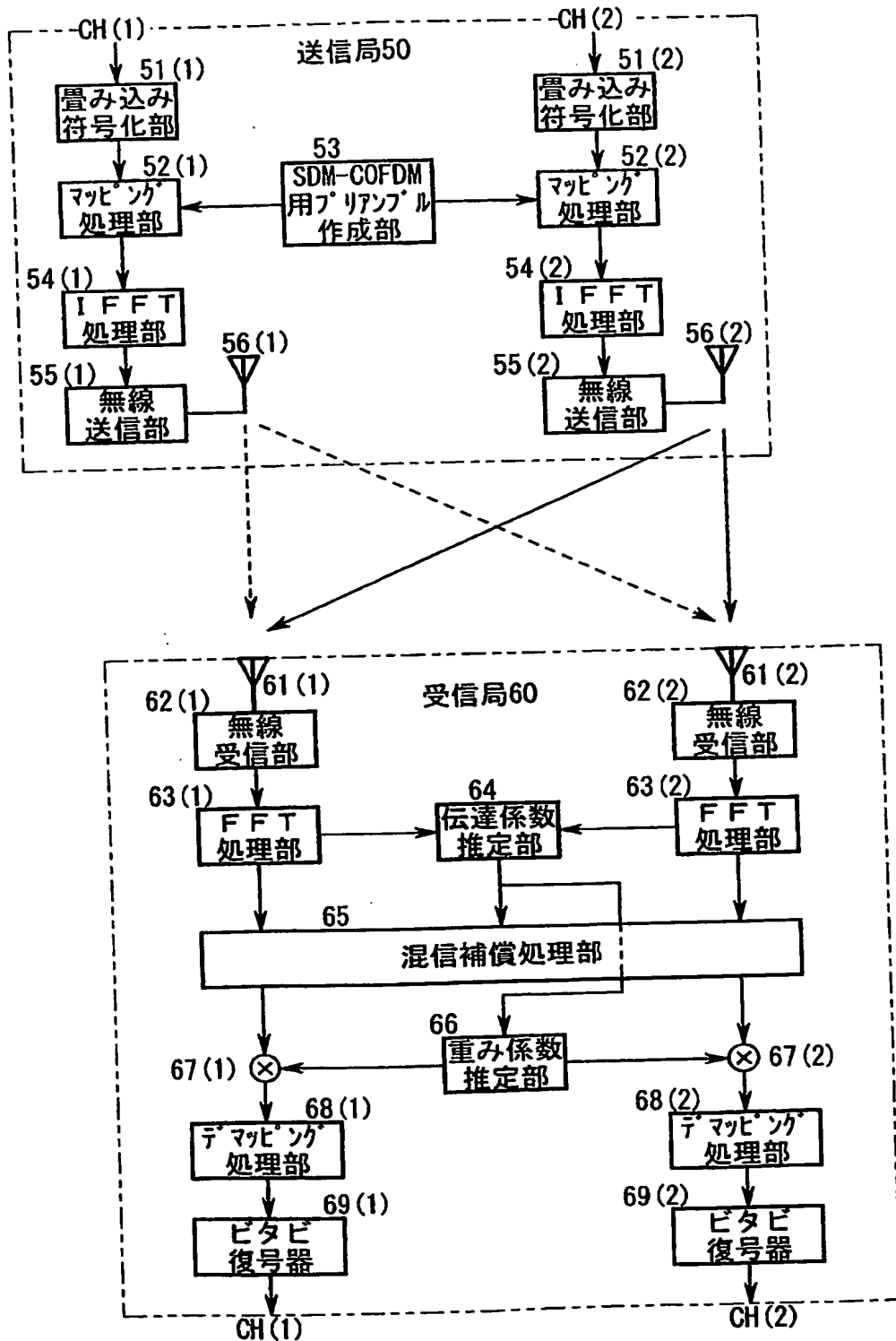


【図 23】



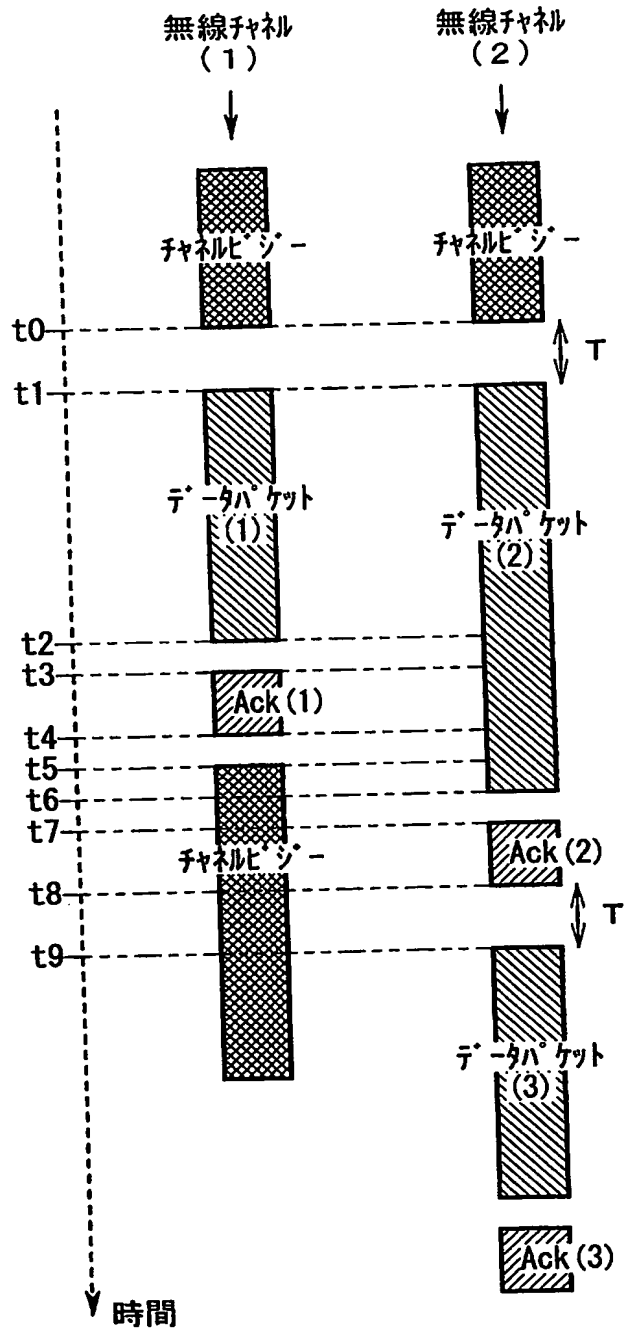
【図 24】

空間分割多重を行う通信装置の構成例



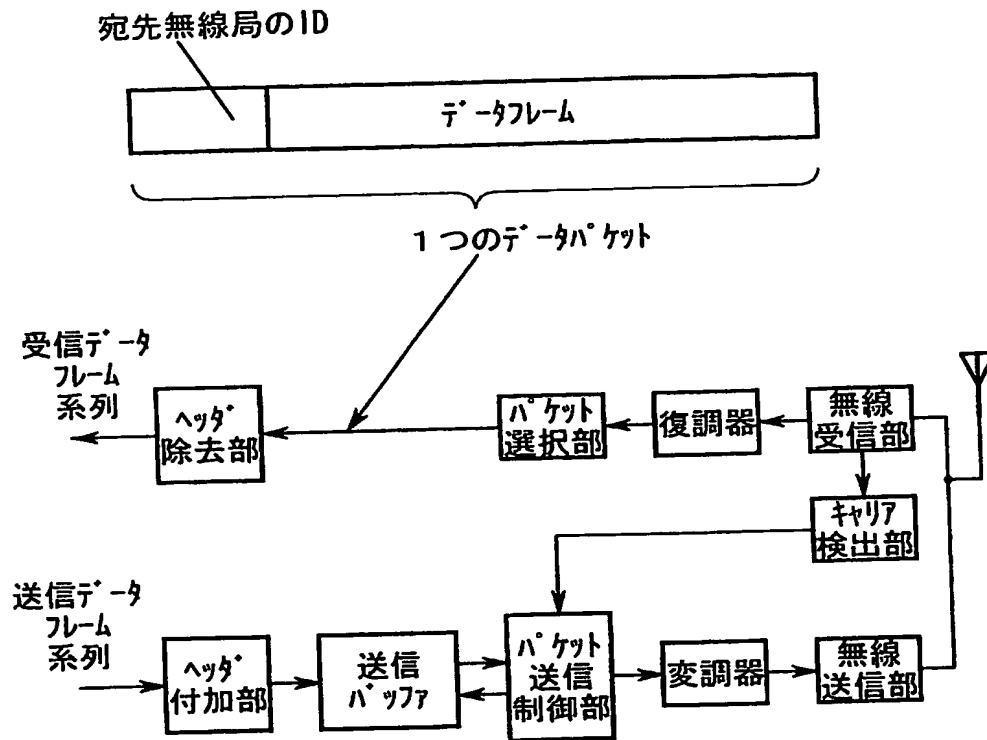
【図 25】

各無線チャネルの利用例



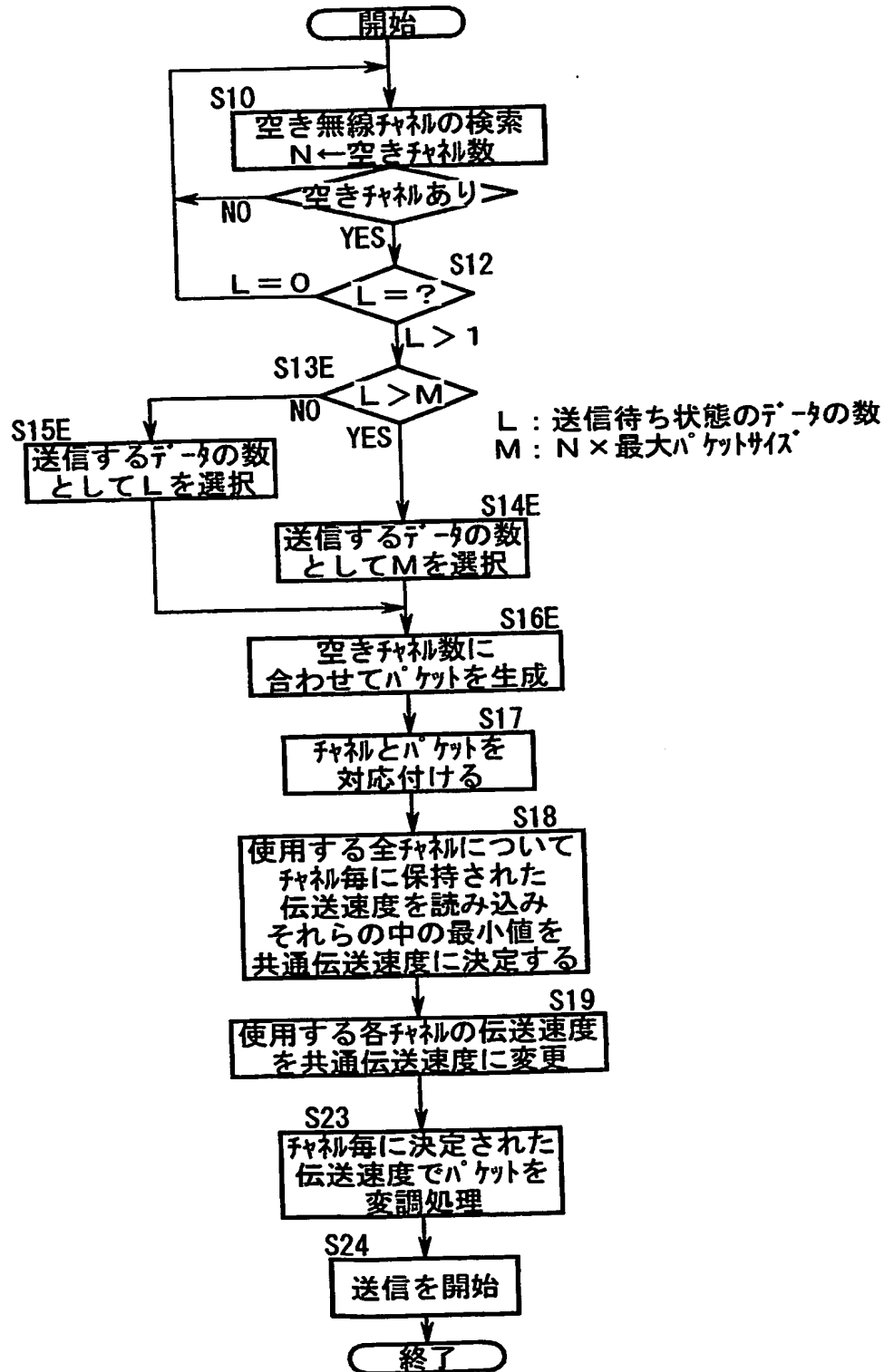
【図 26】

従来例の無線局の構成



【図 27】

送信処理 (16)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は各無線局が複数の無線チャネルを同時に利用できる場合にチャネル間で電力漏洩が生じる場合でもスループットを改善することが可能な無線パケット通信方法を提供することを目的とする。

【解決手段】 複数のデータパケットを無線局同士の間で伝送するための無線パケット通信方法において、送信を行う無線局が、パケットの送信に先立って予め定められた複数の無線チャネルの空き状況をそれぞれ検出し、同時に複数の無線チャネルが空いていることを検出した場合には、空いている複数の無線チャネルを同時に選択し、かつ選択された前記複数の無線チャネルの伝送速度を同一の速度に揃えて、パケット長が互いに同一もしくは同等の複数のデータパケットを選択された前記複数の無線チャネルに割り当てて同じタイミングで並列送信する。

【選択図】 図1

特願 2003-173949

出願人履歴情報

識別番号

[000004226]

1. 変更年月日
[変更理由]
住所
氏名

1999年 7月15日
住所変更
東京都千代田区大手町二丁目3番1号
日本電信電話株式会社